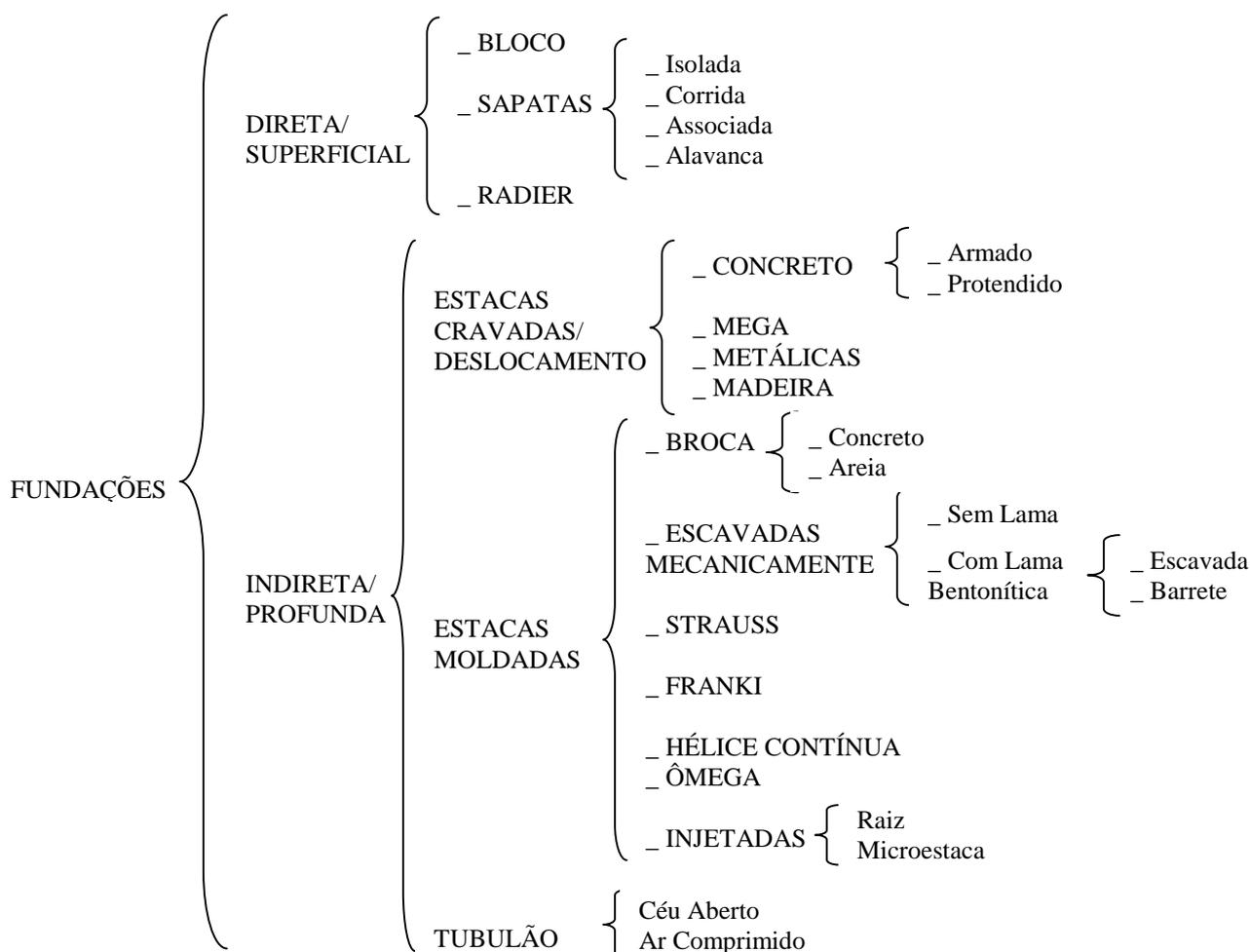
SUMÁRIO

OBJETIVO

Este módulo tem por finalidade definir as condições básicas para execução dos serviços relativos às fundações diretas e indiretas às estruturas.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os serviços relativos à execução de fundações e estruturas serão indicados no projeto, obedecendo rigorosamente às orientações do mesmo e, eventualmente, às especificações complementares definidas pela Sanepar.

Abaixo segue organograma indicativo dos tipos de fundações existentes.

FUNDAÇÃO DIRETA

Os serviços relativos à execução de fundações diretas serão executados quando indicados no projeto, obedecendo rigorosamente às orientações do mesmo e, eventualmente, às especificações complementares definidas pela Sanepar, com o objetivo de causar o mínimo impacto ambiental e atendendo as necessidades da obra.

Constitui-se de elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação. Inclui-se neste tipo de fundação as sapatas, os blocos, os radies, as sapatas associadas, as vigas de fundação e as sapatas corridas.

Para o caso de fundações apoiadas em solos de elevada porosidade, não saturados, deve ser analisada a possibilidade de colapso por encharcamento, pois estes solos são potencialmente colapsíveis. Em princípio devem ser evitadas fundações superficiais apoiadas neste solo, a não ser que sejam feitos estudos considerando-se as tensões a serem aplicadas pelas fundações e a possibilidade de saturação do solo.

As fundações diretas devem ser executadas em terrenos naturais, preferencialmente em corte. Caso seja área de aterro, cuidados especiais devem ser tomados para garantia de resistência e minimização de recalque. Esses cuidados envolvem escolha de material adequado, levantamento de propriedades geotécnicas, preparo do terreno natural, controle contínuo "in situ" de umidade, densidade e grau de compactação, equipamento de compactação, entre outros.

As cotas de apoio das fundações diretas devem merecer contínua constatação visando à compatibilização com o projetado, podendo a base de uma sapata, por exemplo, necessitar abaixamento (maior profundidade de escavação). Nesse caso, deve-se preencher a altura adicional escavada com concreto não estrutural, mantendo-se assim a cota de projeto. Alternativamente pode-se aumentar o colarinho do pilar, com o aval do projetista da estrutura.

Blocos

Os blocos são elementos de fundação de concreto, dimensionados de modo que as tensões de tração neles produzidas possam ser resistidas pelo concreto, podendo ou não ter armadura conforme projeto estrutural. Podem ter as faces verticais, inclinadas ou escalonadas e apresentar planta de seção quadrada ou retangular.

Os blocos são largamente utilizados nas linhas de recalque de um SAA ou SES, como ancoragens da mesma. Apesar das localizações desses "blocos de ancoragem" fazerem parte do projeto, algumas vezes, alterações de caminhamento impostas pelas condições locais obrigam a colocação de outros blocos, sob a orientação da fiscalização. Esses blocos de ancoragem podem ser simplesmente apoiados sobre estacas ou atirantados.

Sapatas

As sapatas são elementos de fundação de concreto armado, dimensionadas de modo que as tensões de tração nelas produzidas não possam ser resistidas pelo concreto, do que resulta no emprego de armadura. Podem ter espessura constante ou variável e sua base em planta é normalmente quadrada, retangular ou trapezoidal. Podem ser isoladas (de um pilar), contínuas ou associadas (comuns a vários pilares não alinhados).

Em casos em que há incidência de esforços de momentos na base da sapata (pilares de divisa, por exemplo), esta deve ser ligada a uma sapata próxima através de uma "viga alavanca", eliminando o esforço de momento. A viga alavanca deve ser dimensionada no projeto estrutural.

Caso houver sobreposição das bases das sapatas isoladas, estas poderão ser unidas por uma única base, originando a Sapata Associada. Na base desta sapata os pilares são interligados por uma "viga de rigidez", garantindo a atuação da força resultante na base da sapata associada.

Em estruturas onde as cargas pontuais não predominam sobre as distribuídas linearmente, faz-se uso das Sapatas Corridas incidindo em todo o contorno do perímetro da estrutura.

Radiers

Os radiers são sapatas associadas que abrangem todos os pilares da obra, ou todo o carregamento distribuído, transmitindo os esforços ao solo através de uma única sapata.

Este tipo de fundação é viável às grandes estruturas da Sanepar, pois a maioria destas apresentam carregamento distribuído, como os reservatórios, estações de tratamento, entre outros.

Para cargas pontuais, quando a área das sapatas ocuparem cerca de 70 % da área coberta pela construção adota-se a solução em radier, reduzindo ao máximo os recalques diferenciais.

FUNDAÇÃO INDIRETA

Quando os solos próximos à superfície do terreno apresentam baixa capacidade de carga e/ou alta compressibilidade, não permitindo o emprego de fundações rasas, as cargas estruturais são transferidas a maiores profundidades, por meio de fundações denominadas profundas. As fundações profundas podem ser:

a) Fundações por Estacas
São elementos de secção transversal reduzida em relação ao comprimento. São posicionadas com o uso de equipamentos situados à superfície do terreno. Podem ser utilizadas várias estacas para transmitir a carga de um pilar ao terreno através de blocos de coroamento.

b) Fundações por Tubulões
São elementos cuja secção transversal do fuste tem dimensão mínima de 70 cm, construídos por escavação manual ou mecânica, para permitir a entrada de pessoal em seu interior na execução da base alargada. Em geral, um tubulão basta para transferir a carga de um pilar ao subsolo.

ESTACA

Estacas são elementos de fundação profunda, executadas em concreto, aço ou madeira, cravada por percussão, vibração ou prensagem e, no caso de concreto, pré-moldadas ou moldadas “in-loco”. A capacidade de carga das estacas depende da resistência de ponta e de atrito lateral, podendo um desses dois componentes ser desprezado, em casos particulares.

Têm a função de transmitir as cargas de uma estrutura para camadas de alta capacidade de suporte e baixa compressibilidade. São elementos alongados de secção circular ou prismática (quadrada ou hexagonal)

As estacas podem ser empregadas em:
a) Contenção de empuxos laterais de água ou de terra.
b) Melhoria das condições do subsolo.
c) Transferir carga da estrutura para camadas do subsolo.

A execução das estacas deve ser cuidadosamente acompanhada pela contratada e pela fiscalização.

Os tipos mais comuns de estacas são:

- **Perfuração manual:** que consiste na execução de furos no terreno a serem preenchidos com concreto armado ou simples apiloados;

- **Perfuração mecânica rotativa:** que é basicamente a anterior, porém perfurada mecanicamente, com uso ou não de lama bentonítica, conforme o perfil do subsolo e/ou a posição do nível de água do lençol freático local.
  As estacas escavadas mecanicamente, com ou sem uso de lama bentonítica, com o equipamento "clam-shell" originam as Estacas Barretes.

- **Strauss:** executada por perfuração através de balde-sonda (piteira), com uso parcial ou total de revestimento recuperável ou não e posterior concretagem apiloada;

- **Franki:** caracterizada por ter uma base alargada, obtida introduzindo-se no terreno uma certa quantidade de material granular ou concreto, por meio de golpes de um pilão - seus fustes podem ser moldados no terreno com revestimento perdido ou não, ou serem constituídos por elementos pré-moldados;

- **Injetada:** são estacas perfuradas e moldadas "in loco" com diferentes técnicas de aplicação como a estaca raiz e a microestaca. Nestes casos é lançada, normalmente, nata (calda) de cimento sob pressão para preenchimento do fuste, procurando aumentar a resistência do atrito lateral, da ponta ou ambas;

- **Hélice contínua:** Caracterizada pela escavação do solo através de um trado contínuo, com hélices em torno de um tubo central vazado. Após sua introdução no solo até a cota especificada, o trado é extraído concomitantemente à injeção do concreto através de tubo vazado, sem vibração no terreno.

- **Ômega:** Caracteriza-se pela cravação da cabeça por rotação, podendo ser empregada à mesma máquina utilizada nas estacas hélice contínua; durante a descida do elemento perfurante o solo é deslocado para baixo e para os lado do furo. Após sua introdução no solo até a cota especificada, o trado é extraído concomitantemente à injeção do concreto através de tubo vazado;

- **Tubulão:** São elementos de fundação profunda, constituído de um poço (revestido ou não) aberto no terreno, geralmente dotado de base alargada. Diferencia-se das estacas porque em sua etapa final é necessária a descida de um operário para executar a geometria com base

alargada. Quando é necessário executar abaixo do NA utiliza-se o recurso do ar comprimido

- **Estaca pré-fabricada de concreto**: Elemento de concreto armado ou protendido adensado por vibração ou centrifugação, sendo cravados por percussão, cujo procedimento mais simples envolve martelo de queda livre forçando a estaca no solo. Estas estacas possuem controle de qualidade na sua confecção e grande resistência à ação dos agentes agressivos e variação do NA. Deve-se tomar cuidado no levantamento e transporte.

- **Estaca metálica**: Elementos cravados de peças de aço laminado ou soldado como perfis de secção I e H, chapas dobradas de secção circular (tubos), quadrada e retangular bem como trilhos.

- **Estaca mega**: Pequenos elementos cravados por prensagem, na qual a própria estaca ou molde (em geral de concreto ou aço) é introduzido no terreno através de macaco hidráulico, em pequenos segmentos e utilizando cargueira ou a própria estrutura como reação.

- **Estaca de madeira:** Elementos constituídos de troncos de árvores cravados por percussão. Tem duração praticamente ilimitada quando mantida permanentemente submersa. Quando há variação do NA apodrece por ação de fungos.

As estacas devemser locadas rigorosamente de acordo com o projeto, não devendo ocorrer deslocamento ou inclinação na sua posição da perfuração ou cravação.

Ocorrendo excentricidade ocasionada por locação, perfuração ou cravação incorreta, deve ser consultado o autor do projeto que apreciará o problema e determinará a solução a ser adotada e cujo custo correrá por conta da contratada, sem ônus para a Sanepar.

As estacas devemsuportar com segurança as cargas prefixadas, devendo ser controladas as cotas de arrasamento com referência aos níveis de projeto.

Na execução de fundações por estacas, cujo processo de cravação possa comprometer a estabilidade do solo e/ou edificações vizinhas, devemser tomadas medidas que neutralizem as vibrações ou procurar-se solução alternativa, sempre de acordo com o projetista da fundação. Eventuais danos a pessoas ou propriedades correrão por conta da contratada.

O tipo de estaca, sua capacidade nominal de carga, sua carga admissível e o comprimento médio estimado serão também fornecidos pelo projeto, sendo que qualquer alteração

necessária na obra só pode ser efetuada com a autorização prévia do autor do projeto de fundação.

No projeto de fundação devemconstar ainda elementos tais como: locação, seção transversal, procedimento executivo, nega (penetração de estaca em milímetros, correspondente a um décimo da penetração para os últimos dez golpes), equipamento a ser utilizado, energia de cravação, tipo de material, emendas, etc... Muitas dessas informações podem e devem ser verificadas “in situ” mesmo pelo projetista. Discrepâncias entre projeto e campo devem ser comunicadas ao responsável técnico pelo projeto e, caso julgado inaceitável, corrigido.

As providências de controle executivo, necessárias para a boa execução do que foi projetada e resumida adiante, devem ser encaradas como rotineiras. Provas de carga devem também, sempre que possível ou nos casos específicos de norma, serem realizadas para elucidar dúvidas ou confirmar valores previstos de carga e recalque.

A execução de um estaqueamento deve ser feita anotando-se os seguintes elementos, conforme o tipo de estaca:

- Comprimento real da estaca abaixo do arrasamento;
- Suplemento utilizado, tipo e comprimento;
- Desaprumo e desvio de locação;
- Características do equipamento;
- Negas no final de cravação e recravação, quando houver;
- Qualidade dos materiais utilizados;
- Consumo de materiais por estaca;
- Comportamento de armadura no caso de estacas Franki armadas;
- Volume da base e diagrama de execução;
- Deslocamento e levantamento de estacas por efeito de cravação de estacas vizinhas;
- Anormalidade na execução.

0801 ESTACA MOLDADA "IN LOCO"

080101 a 080103 Perfuração manual

Concreto

As estacas-brocas manuais, de maneira geral, devemter comprimento limitado a 5 m (cinco metros), de diâmetro usual entre 15 e 25 cm. Esta estaca é utilizada apenas para pequenas cargas, pelas limitações do processo executivo.

Não será permitido o uso dessas estacas em solos moles e que acusem presença de lençol freático.
No caso de estacas armadas cuidados especiais devem ser tomados quanto à armadura: colocação, espaçamento, enrijecimento, cobrimento, entre outros.

Após a perfuração faz-se o lançamento do concreto, utilizando-se funil, com resistência característica mínima de 20 MPa. Para melhorar as condições da resistência lateral deve-se apiloar o concreto através de soquete, tomando-se o cuidado de não tocar na parede do fuste evitando desmoronamento.

Areia

As estacas de areia são elementos de fundação considerada como reforço de solo mole no controle de recalques. São executados com broca manual ou equipamentos de estaca Strauss no caso de solos argilosos com presença de NA.
Após a perfuração faz-se o lançamento da areia compactada com apiloamento (lançamento de soquete). Caso o fuste for revestido a camisa metálica deve ser retirada concomitantemente com o preenchimento de areia.

A aplicação deve ser analisada e definida por profissional geotécnico.

Perfuração mecânica rotativa

080104 a 080112 sem lama bentonítica

Esta estaca é executada com equipamento acoplado a um caminhão ou montado sobre chassi metálico, podendo executar estacas com profundidades de até 30m. Os diâmetros das perfuratrizes variam de 20 a 170 cm, sendo usualmente o diâmetro máximo de 90 cm, pois a partir deste valor passa-se a concorrer com o tubulão a céu aberto.

Os procedimentos mais comuns nesses casos envolvem atividades normalizadas e resumidas a seguir.

Caso a análise preliminar do perfil do subsolo (prospecção geotécnica) indique estabilidade da escavação (solo argiloso, sem presença de nível de água, pouca expansibilidade), podem ser programadas a escavação, a liberação e a imediata concretagem das estacas. A confirmação para esse comportamento favorável do solo deve ser feita “in situ”, através de furos pilotos, antes da definição do tipo de fundação.

080113 a 080117 com lama bentonítica

Na hipótese de instabilidade do fuste da estaca escavada, devido a presença do nível de água ou risco elevado, estas devemser executadas com emprego de lama bentonítica e concretagem submersa. A lama tem a finalidade de garantir suporte a escavação.

Executa-se a escavação com preenchimento simultâneo da estaca com lama bentonítica previamente preparada. Em seguida, coloca-se a armadura dentro da escavação cheia de lama.

O lançamento do concreto é feito de baixo para cima, através de tubo de concretagem (tremonha), expulsando toda a lama. A condição para uma boa concretagem submersa, com relação aos materiais envolvidos (concreto e lama bentonítica), deve atender as condições previstas na norma NBR – 6122.

Existem dois tipos de escavação:

a) Estacas: Elementos de fundação com seção circular Ø = 50 a 170 cm perfuradas ou escavadas.
b) Barretes: Elementos de fundação com seção retangular ou alongada, escavadas com "clam-shells".

As estacas barretes quando utilizadas em contenção apresentam-se justapostas, originando a parede diafragma.

080118 a 080129 Perfuração mecânica “Strauss”

Esse processo consiste em abrir previamente um furo no solo, introduzindo-se depois o tubo de aço (chamado de camisa), a armadura e o concreto. A camisa pode ou não ser recuperada. A sequência normal dos serviços é:

- Centralização da estaca;

- Início da perfuração e posicionamento da coroa;
- Perfuração com a sonda (piteira), rosqueando-se tubos de revestimento à coroa até a profundidade desejada;
- Concretagem do furo, completamente seco, fazendo-se inicialmente bulbo apiloado e retirando-se gradativamente o revestimento, com o cuidado de manter-se sempre a coluna de concreto no tubo.

Os diâmetros usuais são de 25 a 50 cm.

080130 a 080141 Perfuração mecânica “Franki”

Neste tipo de estaca o tubo de aço (camisa) tamponado é cravado no solo pelo processo a percussão. Após a conclusão dos trabalhos, esse tipo de estaca apresenta um fuste rugoso e um bulbo na extremidade inferior, obtido introduzindo-se no terreno uma certa quantidade de material granular ou concreto, por meio de golpes de um pilão gerando maior solidez com o terreno. O fuste moldado no terreno pode ser com revestimento perdido ou não. Tem uma desvantagem por produzir intensas vibrações durante a cravação.
A sequência normal dos serviços é:

- Cravação do tubo recuperável de revestimento com ponta fechada (bucha ou chapa de vedação) até a cota de apoio prevista;
- Abertura da base, prendendo-se o tubo de revestimento e apiloando-se fortemente a bucha;
- O concreto no fuste é lançado, ao mesmo tempo é retirado do revestimento. Neste momento o concreto é apiloado, aumentando a resistência lateral;
- Colocação de armadura;
- Concreta-se o fuste, à medida que se retira o tubo de revestimento, apiloando-se o concreto recém lançado;
- Utilização de energia mínima igual a 2,5 MN.m para estacas com diâmetro = 30 cm, e 5 MN.m para estacas com diâmetro > 45 cm.

Deve atentar para a concretagem das estacas tipo “Strauss” e “Franki”, mantendo-se sempre o tubo de revestimento mergulhado no concreto fresco, impedindo assim a entrada de material espúrio à escavação. Ao se atravessar camada de argilas moles, cuidados especiais serão exigidos, tais como: dosagem e plasticidade do concreto adequado, armadura especial, entre outros.

Cuidados especiais devemtambém ser tomados para se evitar levantamento de estacas, requerendo-se que todas as que sejam situadas no interior de um círculo de raio igual a 6 vezes o diâmetro da estaca tenham sido concretadas há, pelo menos, 24 horas.

080142 a 080148 Escavada, injetada (microestaca, estaca-raiz)

As estacas escavadas injetadas podem se apresentar de 2 tipos, sendo:

a) Raiz: São aquelas em que se aplicam injeções de ar comprimido imediatamente após o lançamento da argamassa no fuste e no topo do mesmo, concomitantemente a remoção do revestimento. Usam-se pressões inferiores a 0,5 MPa, que visam apenas garantir a integridade da estaca;
b) Microestaca: São aquelas executadas com tecnologia de tirantes injetados em múltiplos estágios (uso de tubo manchete). Neste caso, usam-se altas pressões de injeção.

A escavação deve ser contínua até a profundidade prevista. Na sequência imediata será feitas a colocação da armadura e a limpeza das imediações do furo. Devem-se tomar providências para evitar o deslocamento da armadura e/ou introdução de material estranho ao concreto.

O processo de concretagem em estacas raiz é dada pela introdução de um tubo de injeção (geralmente de PVC) com diâmetro de 1 ¹/2” ou 1 ¹/4” até o final da perfuração. A argamassa é injetada de baixo para cima até extravasar na boca do tubo, expulsando toda a água ou lama de perfuração.

Completado o preenchimento, liga-se um compressor que aplica uma pressão com golpes de ar comprimido no topo. Durante a aplicação da pressão deve-se retirar o revestimento com uso de macacos hidráulicos. À medida que os tubos são extraídos o nível de argamassa abaixa, necessitando ser completado antes da aplicação de novo golpe de ar comprimido. Repete-se esta operação até a extração completa do revestimento.

Nas microestacas a injeção de nata (calda) de cimento é feita com a instalação de tubo-manchete, de aço ou de PVC rígido, dotado de válvulas espaçadas da ordem de 1m. As pressões aplicadas podem chegar até 3MPa, mensurado em manômetro instalado na tubulação de injeção.

Este processo de execução confere ao fuste da estaca uma forma de sucessivos bulbos fortemente comprimidos contra o solo, melhorando o desempenho da resistência lateral.

Os diâmetros usuais variam de 10 cm até 41 cm.

080149 a 080158 Hélice Contínua

Elementos de fundação moldados “in loco”, executados por meio de trado contínuo provido de tubo central para a injeção de concreto, sob pressão controlada.

Toda a operação é monitorada, garantindo controle da profundidade, no prumo da torre, velocidade de rotação, torque, pressão de injeção, entre outros.

A perfuração do trado mecânico é uma operação contínua até a profundidade especificada em projeto, garantindo que não haja alívio de tensões significativo do terreno. Isto torna possível executar esta estaca em solos argilosos e arenosos, na presença ou não do lençol freático.

Alcançada a profundidade de interesse, o concreto é bombeado pelo tubo central do trado, preenchendo simultaneamente a cavidade deixada pela hélice que é extraída do terreno sem girar. Neste momento o solo adjacente permanece sem alívio de tensões, pois o concreto preenchido não permite o desconfinamento do solo.

Devido ao método executivo, a colocação de armadura é realizada após a concretagem. A estacas submetidas a tração ou flexo-compressão devem ser armadas em todo seu comprimento e sua armadura, em forma de gaiola, é introduzida na estaca por gravidade ou por auxílio de pilão ou vibrador. Já as estacas submetidas apenas a compressão, estas não necessitam de armadura conforme a NBR 6122, ficando a cargo do projetista a sua definição e pelo menos considerar a armação de ligação com o bloco de coroamento.

080159 a 080166 Ômega

Elemento de fundação moldada “in loco” executada pela cravação da cabeça por rotação, podendo ser empregada à mesma máquina utilizada nas estacas hélice contínua.

Toda a operação é monitorada, garantindo controle da profundidade, no prumo da torre, velocidade de rotação, torque, pressão de injeção, entre outros.

Esta estaca possui diâmetros que variam de 31 a 66 cm e a profundidade máxima depende da torre e do torque máximo do equipamento, podendo chegar a 33m. Esta estaca pode ser executada abaixo do lençol freático.

Durante a descida do elemento perfurante o solo é deslocado para baixo e para os lados do furo, garantindo maior capacidade de carga. Após sua introdução no solo até a cota especificada, o trado é extraído concomitantemente à injeção do concreto através de tubo vazado.

Devido ao método executivo, a colocação de armadura é realizada após a concretagem. A estacas submetidas a tração ou flexo-compressão devem ser armadas em todo seu comprimento e sua armadura, em forma de gaiola, é introduzida na estaca por gravidade ou por auxílio de pilão ou vibrador. Já as estacas submetidas apenas a compressão, estas não necessitam de armadura conforme a NBR 6122, ficando a cargo do projetista a sua definição e pelo menos considerar a armação de ligação com o bloco de coroamento.

0802 TUBULÃO A CÉU ABERTO

É elemento de fundação profunda, cilíndrico, em concreto, que depende da resistência de ponta, normalmente desenvolvida entre a base alargada (de dimensões superiores às do fuste) e o solo, na cota de apoio. Apesar de também existir componente de atrito lateral, essa é geralmente desprezada no cálculo da capacidade de carga. A base alargada pode não existir quando a perfuração for mecânica ou o terreno assim o permitir.

Os tubulões terão as dimensões definidas em projeto, com a camisa pré-moldada em concreto ou em aço, rigorosamente centrada e aprumada, com ou sem emprego de ar comprimido, de acordo com as condições do terreno e do nível de água local. Em terrenos de reconhecida resistência e normalmente acima do nível do lençol freático, poderão ser executados tubulões a céu aberto sem a utilização de camisa.

As tolerâncias quanto à prumada e excentricidade de tubulões serão, respectivamente, 1% e 10% do diâmetro do fuste. Caso confirmadas essas discrepâncias devemser avaliadas, caso a caso, pelo projetista da fundação e da estrutura, devendo as providências cabíveis ser propostas pelos executantes e aceitas pela fiscalização.

Atingida a camada de terreno prevista, tendo sido constatada qualidade de resistência e compressibilidade especificada no projeto, a fiscalização autorizará o alargamento da base do tubulão, conforme as dimensões indicadas no projeto. Nesta cota, o terreno será nivelado e limpo para concretagem, que deve ocorrer imediatamente a seguir após a colocação da armadura, caso exista. Se a concretagem demorar, será aceito um tempo máximo de 24 horas sem nova inspeção.

Na execução de bases de tubulões contíguos, situados a uma distância inferior a 2 m entre as bordas mais próximas, deve proceder a abertura das bases, uma de cada vez. Somente após a concretagem e o início de cura do concreto é que será executada a escavação da base adjacente.

O enchimento do tubulão será com concreto especificado no projeto, lançado em queda livre através de funil apropriado e centrado no fuste, visando o mínimo de choque com as paredes da escavação.

No caso de um fuste ser feito por partes, em aduelas (seguimentos de camisa), a altura mínima de cada uma delas não pode ser inferior a 2 m para céu aberto, e 3 m para ar comprimido.

Devido ao tipo de trabalho normalmente desenvolvido em tubulões, com descida de pessoal até a base, os cuidados executivos devemser grandes, especialmente quanto à segurança das atividades. No caso de ar comprimido devemser obedecidas especialmente às determinações de segurança do Ministério do Trabalho.

Para tubulões a ar comprimido, tanto o fuste quanto a base alargada serão considerados serviços sob regime pneumático. Para o desligamento do ar comprimido, num determinado tubulão, deve estar garantida a adequada cura do concreto da base e do respectivo trecho de núcleo, de modo que a subpressão da água não danifique a concretagem executada. Como medida de segurança, o desligamento do ar comprimido deve ocorrer dois dias após a concretagem do núcleo.

A execução de uma fundação em tubulão deve ser feita anotando-se os seguintes elementos para cada tubulão, conforme o tipo:

- Cota de arrasamento;
- Dimensões reais de base alargada;
- Material de apoio;
- Equipamento usado nas várias etapas;
- Deslocamento e desaprumo;
- Consumo de material durante a concretagem e comparação com o volume previsto;
- Qualidade dos materiais;
- Anormalidade na execução e providências tomadas;
- Inspeção, por profissional responsável, do terreno de assentamento da fundação, bem como do terreno ao longo do fuste, quando for o caso em que essa possa ser feita.

Sempre que houver dúvida sobre um tubulão, a fiscalização pode exigir comprovação de seu comportamento satisfatório. Se essa comprovação for julgada insuficiente e dependendo da natureza da dúvida, o tubulão deve ser substituído ou seu comportamento comprovado por prova de carga.

080201 Tubulão a céu aberto sem camisa

Os tubulões a céu aberto são poços escavados mecânica ou manualmente, a céu aberto, e são os casos mais simples de fundação por tubulão. São limitados a solos que não apresentem o perigo de desmoronamento durante a escavação, geralmente coesivos, situados acima do nível d'água do lençol freático, e dispensam o escoramento das paredes laterais do poço.

080202 à 080204 Tubulão a céu aberto com camisa

Para terrenos com baixa coesão, ou que apresentem perigo de desmoronamento, a escavação do poço deve ser acompanhada com escoramentos para contenção lateral da terra. Entre os tubulões executados por este processo, destacam-se os executados pelo método Chicago e pelo método Gow.

a) Método Chicago

- Escavação manual em etapas de aproximadamente 2m, sem escoramento, contando-se com a coesão do solo;
- Instalação de pranchas verticais de madeira, escoradas por anéis metálicos ou concretos;
- Repetem-se estas operações sucessivamente, até a cota necessária, passando-se ao alargamento da base;
- Concentra-se o tubulão, procurando-se recuperar o escoramento.

b) Método Gow

Quando o solo é muito coesivo e não permite a escavação do fuste por etapas sem revestimento, emprega-se o método Gow:

- Crava-se por percussão, um tubo metálico de = 2m de comprimento e ½” de espessura, no terreno a ser escavado;
- Escava-se no seu interior;
- Crava-se outro tubo de diâmetro ligeiramente menor, no terreno ainda não escavado, abaixo do primeiro tubo cravado;
- Escava-se no interior desta 2º tubo;

- Repetem-se estas operações sucessivamente, descendo-se telescopicamente os tubos, até uma profundidade suficiente para o alargamento da base, no diâmetro necessário ao fuste do tubulão;
- A concretagem é feita ao mesmo tempo em que a extração dos tubos.

O método Gow pode ser empregado em terrenos com pouca água, de fácil esgotamento.

0803 TUBULÃO A AR COMPRIMIDO

Fundação empregada quando houver a necessidade de escavação em um solo que, além de necessitar escoramento durante a escavação, estiver situado abaixo do N.A. do lençol freático, são utilizados os tubulões a ar comprimido ou pneumáticos.

Os tubulões a ar comprimido podem ser executados com revestimento de anéis de concreto sobrepostos, ou com revestimento de tubo de aço.

A escavação é feita no interior do revestimento, geralmente manual (pode ser feita mecanicamente), a céu aberto, até que seja atingido o lençol d'água. A partir daí, é instalada no revestimento uma campânula de chapa de aço, própria para trabalhar com ar comprimido, que é fornecido por um compressor instalado próximo ao tubulão.

A pressão de ar no interior da campânula e do tubulão deve ser suficiente para equilibrar o peso da coluna d'água do terreno, a fim de impedir a sua entrada no interior da câmara de trabalho.

Nota-se que a pressão do ar comprimido vai aumentando à medida que a escavação do tubulão avança no terreno, sendo que a máxima pressão empregada em fundações a ar comprimido não deve ultrapassar 3 atmosferas (ou ~ 3,0 kg/cm2), devido às limitações de tolerância do organismo humano. Desta forma, o comprimento do tubulão a ar comprimido fica limitado a 30 m de profundidade abaixo do N.A.

Uma vez atingido terreno com resistência compatível com o previsto em projeto, procede-se ao alargamento da base e posterior concretagem do tubulão.

0804 ESTACA PRÉ-FABRICADA DE CONCRETO

As estacas de concreto armado ou protendido terão suas formas e dimensões compatíveis com as cargas de projeto levando-se em conta a capacidade nominal (resistência da estaca) e a capacidade admissível (interação solo x estaca).

Sua fabricação será feita por lotes, em área protegida das intempéries. Cada estaca deve ser identificada pelo número do lote e data de concretagem. Ainda, todo o lote deve ser de um mesmo tipo.

A qualidade das estacas a serem fornecidas será de inteira responsabilidade da contratada. As estacas danificadas, a critério da fiscalização, serão substituídas por conta da contratada, por outra em perfeitas condições de utilização. Devem ser dimensionadas para suportar não somente os esforços atuantes como elemento de fundação, como também aqueles que poderão ocorrer no seu manuseio, transporte, levantamento e cravação. Em particular, os pontos de levantamento previstos no cálculo devem ser nitidamente assinalados nas estacas.

O manuseio e o transporte das estacas só pode ser efetuado após o concreto ter atingido comprovadamente 80% da resistência prevista para os 28 dias. As estacas só poderão ser cravadas quando o concreto tiver atingido a resistência total prevista.

Toda estaca danificada na operação de cravação, devido a defeito interno de cravação, de deslocamento de sua posição ou com o topo abaixo da cota de arrasamento, será corrigida às expensas da contratada, que adotará, após aprovação da fiscalização, um dos seguintes procedimentos:

- Uma ou mais estacas serão cravadas adjacentes à estaca defeituosa, com mudança de bloco devidamente aprovada pelo projetista e fiscalização;
- A estaca será emendada com uma extensão suficiente para atender ao objetivo, mantendo-se a continuidade estrutural e obedecendo-se aos preceitos de concreto armado.

Uma estaca será considerada defeituosa quando tiver fissuras visíveis que se estendam por todo o perímetro da seção transversal, ou quando apresentar defeito que, a juízo da fiscalização, afete sua resistência ou vida útil.

Durante a cravação a cabeça de todas as estacas deve ser protegida com capacete metálico adequado, provido de coxim superior e inferior sobre o qual atuará o golpe do martelo de cravação.

Em cada estaqueamento deve ser retirado o diagrama de cravação em pelo menos 10% das estacas, sendo obrigatoriamente inclusas as estacas mais próximas aos furos de sondagem.

O controle de cravação em campo deve ser feito pela “nega” que corresponde a penetração permanente da estaca causada pela aplicação de 1 golpe do martelo. Em geral é medida por uma série de 10 golpes, sendo a nega dada por 1/10 do deslocamento obtido. O valor da “nega” deve ser fornecida pelo projetista geotécnico.

Sempre que houver dúvida sobre uma estaca, a fiscalização pode exigir comprovação de seu comprimento satisfatório. Se essa comprovação não for julgada suficiente e, dependendo da natureza da dúvida, a estaca deve ser substituída ou seu comportamento comprovado por prova de carga. Independente disso deve ser feita uma prova de carga, para cada grupo de 200 estacas ou quando especificada no projeto geotécnico.

O desvio de prumo máximo aceitável será de 1% e a excentricidade, 10% do diâmetro da estaca, relativa ao desvio entre eixo de estaca e ponto de aplicação da resultante das solicitações do pilar.

0805 ESTACA METÁLICA

É constituída de perfis laminados simples ou associados, por perfis compostos de chapa soldadas, trilhos ou por tubos cravados no terreno rigorosamente nas posições indicadas no projeto.

As estacas serão depositadas em áreas próprias e protegidas contra a oxidação, em pilhas constituídas de no máximo 3 camadas, para evitar flexão naquelas localizadas nas camadas inferiores. Cada estaca deve atender as indicações do projeto e as especificações das normas da ABNT.

O deslocamento da posição final da cabeça de cada estaca, em relação àquela indicada no projeto, será de no máximo 5 cm; a inclinação de seu eixo em relação à vertical não pode ultrapassar a 1%.

A estaca danificada na operação de cravação, que apresente defeitos de fabricação, emenda mal executada, que tenha sido cravada com deslocamento excessivo de sua posição projetada ou que tenha sua cota de topo abaixo da cota de arrasamento fixada pelo projeto será corrigida às custas da contratada, adotando-se um dos seguintes procedimentos:

- Novas estacas serão cravadas com mudança de bloco, devidamente aprovado pelo projetista da estrutura e da fundação, além de aceito pela fiscalização;
- A estaca será emendada até que a cota do topo atinja a cota indicada em projeto.

0806 EMENDA DE ESTACA

080601 Concreto Armado

Caso o comprimento de cravação exceda o comprimento total da estaca, pode ser executada uma emenda com a utilização de luva metálica de posição justa, para cargas exclusivamente de compressão. Caso haja tração e/ou momento na estaca, deve ser executada emenda de continuidade estrutural, devidamente detalhada pelo projetista da estrutura e aprovada pela fiscalização.

080602 e 080603 Metálica

Emendas de soldas, talas parafusadas ou luvas poderão ser aceitas, sempre que detalhadas em projeto. Só poderão ser executados trechos de estacas maiores que 3 m, executando-se a complementação para a última etapa, cujo comprimento seja o necessário para a concretização dos trabalhos.

0807 CORTE E ARRASAMENTO DE ESTACA

080701 De concreto Armado

Assim que for concluída sua cravação, as estacas serão arrasadas nas cotas indicadas no projeto, de maneira que fiquem embutidas pelo menos 5 cm no bloco de coroamento e sua armação seja mergulhada na massa de concreto num comprimento igual ao de ancoragem.

080702 e 080703 Metálica

O corte e arrasamento em estacas metálicas normalmente são executados utilizando-se aparelho de oxiacetileno e a ligação dela com a estrutura deve ser aquela especificada em projeto.

CONSIDERAÇÕES GERAIS -ESTRUTURAS

Os serviços relativos à execução de estruturas serão indicados no projeto, obedecendo rigorosamente às orientações do mesmo e, eventualmente, às especificações complementares definidas pela Sanepar.

0808 a 0815 FÔRMA

A contratada deve executar e montar as fôrmas obedecendo rigorosamente às especificações do projeto. As fôrmas e o escoramento poderão ser de madeira, metálicos, industrializados ou outro material aprovado pela fiscalização e conforme o grau de acabamento previsto para o concreto em cada local. De qualquer modo, porém, a qualidade da fôrma será de responsabilidade da contratada.

O projeto de fôrmas é basicamente executivo e tem como objetivo otimizar a obra em sua qualidade, com a geometria da mesma, adequada, de maneira que os acabamentos não excedam as tolerâncias admitidas. O ideal é uma compatibilização com o projeto estrutural de maneira a se evitar detalhes de muito recortes, o que prejudica a montagem e a qualidade das formas. Deve-se buscar a padronização máxima, para se facilitar à execução e conferência dos trabalhos. Recomenda-se a utilização de chapas de compensados de 18 mm com 13 ou 21 lâminas, plastificada com um filme de 180 g/m2. Quando especificado no Edital de Licitação, a contratada deve apresentar o projeto de fôrmas, a fiscalização acompanhar a execução.

As fôrmas devem ter resistência suficiente para suportar as pressões resultantes do lançamento e da vibração do concreto, devendo ser mantidas rigidamente na posição correta, para não sofrerem deformações. Devem ser estanques, de modo a impedir a perda da nata do concreto.

As fôrmas dos pilares e colunas não devem ser construídas de forma contínua abrangendo mais de um lance, podendo ser removidas após o concreto de um lance estar endurecido e montadas no lance seguinte. As fôrmas novamente montadas devem recobrir o concreto endurecido do lance anterior, no mínimo 10 cm, devendo ser fixadas com firmeza contra o concreto endurecido, de maneira que ao ser reiniciada a concretagem, as mesmas não se deformem e não permitam qualquer desvio em relação aos alinhamentos estabelecidos ou perda de argamassa pelas justaposições. Se necessário, a critério da fiscalização, serão usados parafusos ou prendedores adicionais destinados a manter firmes as fôrmas remontadas contra o concreto endurecido.

Devem ser feitas aberturas nas fôrmas, onde for necessário, para facilitar a inspeção, limpeza e adensamento do concreto. Todas as aberturas temporárias a serem feitas nas fôrmas para fins construtivos, serão submetidas à prévia aprovação da fiscalização.

Exigir também, a colocação de janelas quando a altura de lançamento for superior a 1,5 m.

Os escoramentos e as fôrmas para o concreto devem ser calculados e executados levando-se em consideração o sistema de trabalho, a aplicação de vibradores externos e todas as imperfeições e flexões inevitáveis, de forma que os limites da área de concreto obtida não se afastem mais de 1 cm do inicialmente previsto.

Não serão permitidas braçadeiras de arame para amarração das fôrmas, sendo permitido somente o uso de agulhas metálicas para o travamento das mesmas, quando for o caso. As agulhas serão envolvidas por tubo plástico estanque, de maneira que as mesmas possam ser retiradas do concreto endurecido sem muita dificuldade. Após a retirada das agulhas, os furos devem ser preenchidos com a mesma argamassa de concreto ou preferencialmente com graute.

No momento da concretagem, as superfícies das fôrmas devem estar livres de incrustações, de nata de cimento ou outros materiais estranhos (pontas de aço, arames, pregos, madeira, papel, óleo, etc.), além de estarem saturadas com água, no caso de sua superfície não ser impermeável.

As mestras utilizadas na confecção de lastros, concretagens de laje de fundo e teto, etc., devem ter rigidez suficiente de modo a garantir as cotas de projeto. Em qualquer caso devem indicar os níveis de acabamento através de sua face inferior, não sendo permitidas mestras embutidas nas fôrmas a serem concretadas.

No caso de serem utilizadas fôrmas metálicas, as mesmas devem estar desempenadas e não apresentar vestígios de oxidação, para melhor qualidade do concreto.

Na execução de fôrmas de nichos de ancoragens ou de passagem de eletrodutos embutidos no concreto, deve ser tomado cuidado especial na fixação das mesmas, de modo a evitar, durante a concretagem, os deslocamentos de locação em planta, bem como os defeitos de flutuação quando do lançamento do concreto.

Utilizar fôrmas plastificadas planas de 18 mm nas lajes e paredes em contato com líquido ou gás (Ralf’s, UASB’s, Filtros, Módulos de tratamento, ETA’s, Reservatórios, Poço de Sucção, etc). Para pequenas estruturas utilizar fôrmas resinadas de menor espessura (caixas, blocos,

pilares, etc). Para estruturas que exijam fôrmas curvas utilizar somente chapas plastificadas de 10mm, devidamente estruturadas.
Algumas regras para o bom aproveitamento das fôrmas e qualidade da obra:

- **Armazenamento:**
  Chapas de 2,50 m devem ser sarrafeadas embaixo, para se evitar contato direto com o solo, com uma distância máxima entre sarrafos de 40 cm. As chapas devem ser cobertas por lona plástica.
- **Corte:**
  Sempre usar a serra correta em bom estado.
- **Selante:**
  O topo das chapas, após o corte deve ser selado, empregando tinta selante especifica e impermeabilizante. Evitar o uso de tinta óleo, por ser totalmente impermeável e causar a fôrmação de bolhas de vapor.
- **Manuseio:**
  Durante o corte, deve-se evitar batidas no canto das fôrmas, para não prejudicar o selante.
- **Desmoldante;**
  Somente utilizar desmoldante recomendados para tal finalidade. Não utilizar óleos como desmoldante, pois podem prejudicar a aderência da armadura ao concreto.

As fôrmas serão retiradas de acordo com o disposto pela ABNT, quanto aos prazos mínimos ou em prazos maiores ou menores autorizados previamente pela fiscalização. Não se admitirá na desforma o uso de ferramentas metálicas como pés-de-cabra, alavancas, talhadeiras, etc., entre o concreto endurecido e a fôrma. Caso haja necessidade de afrouxamento das fôrmas deve-se usar cunhas de madeira dura. Choques ou impactos violentos devem ser evitados, devendo para o caso ser estudado outro método para a desforma.

As fôrmas devem ser retiradas depois do período de tempo indicado no projeto. Não havendo esta definição, os seguintes prazos podem ser tomados como mínimo para retiradas das fôrmas e do escoramento:

- Escoramento de fecho de arcos: 14 dias;
- Escoramento de vigas, e outras peças submetidas a esforços diretos de flexão: 14 dias;
- Lajes: 21 dias;
- Pilares, fôrmas laterais de vigas: 7 dias;
- Paredes: 7 dias

Todos estes prazos estão condicionados a obtenção da resistência mínima do concreto em 15 Mpa, aferida através de ensaios dos corpos de prova.

Os prazos de desforma acima citados são para se obter a resistência mínima e melhorar a cura. Embora o concreto tenha atingido a resistência a compressão deve ser evitado a desforma antecipada para se evitar a perda de água, que permitirá a entrada de agentes agressivos e a instalação de células de corrosão nas armaduras ou mesmo uma carbonatação mais intensa, desprotegendo o aço, bem como propiciará o aparecimento de fissuras que comprometem a estanqueidade do concreto.

O processo de retirada de fôrmas e escoramentos obedecerá ao que segue:

- As fôrmas não podem ser retiradas sem consentimento da fiscalização;
- Esse consentimento não exime a contratada da sua responsabilidade pela segurança da obra;

Após a desforma, todas as imperfeições de superfície tais como pregos, asperezas, arestas causadas pelo desencontro dos painéis das fôrmas ou outras imperfeições, devem ser tratadas e corrigidas. A reutilização da fôrma, depois de limpa e preparada, será liberada ou não pela fiscalização, que verificará suas condições.

As fôrmas deslizantes/trepantes serão utilizadas em locais onde o seu emprego seja viável, ou quando indicado em projeto. Devem ser observadas as especificações das fôrmas comuns no que diz respeito ao resultado que se pretende na moldagem do concreto. Serão alçadas mecânica ou manualmente, no todo ou em parte, com ligações, encaixes, travamentos e contraventamentos que permitam rapidez e segurança no deslocamento e qualidade final do concreto. Devem ser perfeitamente esquadrejadas, sem ondulações e com sistema que permita montagem e desmolde rápido.

0816 PASSARELA DE SERVIÇO

É uma estrutura de madeira com mínimo 1,10 m de largura que será utilizada para circulação de pessoas e equipamentos na execução de fôrmas e na concretagem de reservatórios, ETAs, ETEs, etc...

Deve ser executada em pranchas de madeira colocadas lado a lado, sem intervalo entre si, de modo a cobrir a largura de 1,10 m, ou então, em chapas de madeira compensada. As pranchas serão fixadas sobre a estrutura de escoramento das paredes ou lajes, de fôrma a não se romperem ou deslizarem com o tráfego. No caso de se colocarem as passarelas sobre ferragem de lajes, devem-se tomar os cuidados necessários para que não se danifique a armadura.
O dimensionamento da passarela de serviço deve estar contemplado no projeto de fôrmas.

0817 RAMPA DE ACESSO

Trata-se de uma estrutura em madeira, com 1,10 m de largura, que será utilizada para acesso de pessoal e equipamentos à passarela de serviços.

A estrutura deve ser composta por escoras de madeira, travadas entre si, com suportes para recebimento de pranchas de madeira, ou chapas compensadas, que servirão de passadiços.
Toda a estrutura deve ser dimensionada para suportar o trânsito de pessoas e equipamentos, bem como deve ter sua inclinação determinada de forma a atingir a altura da passarela. Em função do grau de inclinação devem ser colocados, sobre o passadiço, travas de madeira, para dar segurança ao trânsito de pessoas, a fim de evitar acidentes por escorregamento.

Conforme a necessidade de alteração das passarelas para posições superiores, a rampa pode ser prolongada de forma a permitir o acesso até o nível mais alto.
O dimensionamento da rampa de acesso deve estar contemplado no projeto de fôrmas.

0818 CIMBRAMENTO

A superfície de apoio do cimbramento deve ser cuidadosamente analisada e deve apresentar condições de suporte, sem recalques diferenciais que prejudiquem a estabilidade e/ou a estética da peça a concretar. Os cimbramentos poderão ser metálicos ou de madeira. Devem ser calculados para suportar, sem deformações, as sobrecargas provenientes dos materiais de construção e dos serviços a serem realizados sobre os mesmos. Serão suficientemente escorados, encunhados, contraventados e apoiados, a fim de se evitarem deslocamentos ou desabamentos por choques ou recalques. A estrutura do cimbramento deve possuir qualidades tais que permitam sua utilização como andaimes e sirvam de apoio a fôrmas trepantes, quando for o caso.
Durante os serviços de concretagem, a contratada deve acompanhar, através de pessoal especializado, o comportamento do cimbramento, a fim de possibilitar a correção de pequenas deformações do mesmo.

O descimbramento só pode ser iniciado decorrido o prazo necessário para se obter a resistência adequada do concreto, definida na NBR 6118 e devidamente comprovada por resultados de corpos de prova. O prazo mínimo é de vinte e um dias e só será reduzido mediante prévia autorização da fiscalização, levando-se em conta as especificações do projeto quanto ao módulo de elasticidade, resistência à compressão axial e retração do concreto. O descimbramento deve iniciar-se pelo afrouxamento das peças, com a retirada das cunhas de madeira, evitando-se choques ou impactos violentos na peça de concreto. Deve ser feito de

forma que a transmissão das cargas à estrutura seja lenta e gradativa. Nos casos de lajes, o descimbramento deve ser executado do centro dos vãos para as extremidades.

0819 ARMADURA

A contratada deve fornecer o aço destinado às armaduras, inclusive todos os suportes, cavaletes de montagem, arames para amarração, etc., bem como deve estocar, cortar, dobrar, transportar e colocar as armaduras. As armaduras a serem utilizadas devem obedecer às prescrições das normas NBR 7480 e NBR 7481.
Todo aço deve ser estocado em área previamente aprovada pela fiscalização. Os depósitos devem ser feitos sobre estrados de madeira ou similar, de modo a permitir a arrumação das diversas partidas, segundo a categoria, classe e bitola.

As emendas das barras por traspasse devem ser executadas de acordo com o projeto estrutural ou especificado pela NBR 6118. Qualquer outro tipo de emenda só pode ser utilizada mediante a aprovação prévia da fiscalização. No caso de emenda por solda, a contratada se obriga a apresentar, através de laboratório idôneo, o laudo de ensaio do tipo de solda a ser empregado, para aprovação da fiscalização.

A armadura será cortada a frio e dobrada com equipamento adequado, de acordo com a melhor prática usual e NBR 6118. Sob circunstância alguma será permitido o aquecimento do aço da armadura para facilitar o dobramento.

A armadura, antes de ser colocada em sua posição definitiva, será totalmente limpa, ficando isenta de terra, graxa, tinta, carepa e substâncias estranhas que possam reduzir a aderência, e será mantida assim até que esteja completamente embutida no concreto. Os métodos empregados para a remoção destes materiais estarão sujeitos à aprovação da fiscalização. A armadura será apoiada na posição definitiva, como indicado no projeto e de tal maneira que suporte os esforços provenientes do lançamento e adensamento do concreto. Isto pode ser obtido com o emprego de barras de aço, pastilhas pré-moldadas de argamassa, ganchos em geral ou outros dispositivos aprovados pela fiscalização.

Após o término dos serviços de armação e até a fase de lançamento do concreto, a contratada deve evitar ao máximo o trânsito de pessoas sobre as ferragens colocadas. Caso seja necessário, a contratada executará uma passarela de tábuas que oriente a passagem e distribua o peso sobre o fundo das fôrmas, e não diretamente sobre as ferragens.

No prosseguimento dos serviços de armação decorrentes das etapas construtivas da obra, obriga-se a contratada a limpar a ferragem de espera com escovas de aço, retirando excessos

de concreto e de nata de cimento. Nos casos em que a exposição das armaduras às intempéries for longa e previsível, as mesmas devem ser devidamente protegidas através de aplicação de pintura com nata de cimento devendo ser retiradas quando da concretagem.

A superposição de barras deve atender sempre ao disposto na norma NBR 6118. Os trechos superpostos devem ser amarrados com arame de ferro para armaduras. No caso de barras adjacentes as superposições devem ser convenientemente deslocadas.

0820 COBRIMENTO DE ARMADURAS

Os cobrimentos de armaduras serão aqueles indicados no projeto, ou em caso de omissão, os valores mínimos recomendados pela NBR 6118. O espaçamento deve ser controlado pela contratada de modo a atender aos cobrimentos especificados, durante os serviços de concretagem. Deve-se usar pastilhas pré-fabricadas de argamassa de resistência mínima igual ao do concreto a ser lançado na peça considerada, colocadas em quantidade suficiente para garantir o cobrimento. Não utilizar espaçadores de plástico ou qualquer outro material.

0821 a 0823 CONCRETO

Este módulo refere-se à execução das estruturas de concreto simples ou armado, bem como ao fornecimento dos materiais e aparelhagem necessários, de acordo com os desenhos do projeto, com estas Especificações e com as normas da ABNT, principalmente no que se refere ao seu Preparo, Controle e Recebimento de acordo com a NBR 12655.

O estudo do concreto propriamente dito, ou seja, as características de composição, preparação, colocação, proteção e impermeabilização, fazem parte da empreitada.

O fornecimento, montagem, operação e manutenção de todos os equipamentos necessários à preparação, lançamento e adensamento do concreto serão feitos pela contratada. A contratada pode optar pela aquisição de concreto preparado por empresa de serviços de concretagem ou pelo preparo na própria obra. Em ambos os casos, o estudo dos materiais e da dosagem do concreto deve ser apresentado pela Empresa responsável pelo serviço de controle tecnológico do concreto.

A contratada submeterá à aprovação da contratante o programa completo e detalhado de fornecimento do concreto 15 dias antes do antes do início dos serviços de concretagem, contemplando o plano de concretagem e o traço do concreto.

As especificações do concreto devem seguir as determinações do projeto estrutural.

São previstas as seguintes classes de concreto para utilização nas estruturas:

a) fck = 15,0 Mpa (apenas para fundações);
b) fck = 20,0 MPa;
c) fck = 25,0 MPa;
d) fck = 30,0 MPa;
e) fck = 35,0 MPa;
f) fck = 40,0 MPa;
g) concreto não estrutural (concreto magro para regularização)
h) concreto Ciclópico com 30% de pedra-de-mão.

A classe do concreto a ser empregado será definida pelo projeto estrutural, e na falta deste, será determinado pela fiscalização.

CONCRETO AUTO-ADENSÁVEL

Também chamado autocompactável, o concreto auto-adensável - CAA é, sobretudo, um material fluído, que tem a capacidade de se moldar às fôrmas valendo-se apenas do peso próprio, dispensando compactação ou vibração externas. É capaz de preencher espaços e envolver barras de aço e outros obstáculos mantendo uma homogeneidade adequada.

O material também deve apresentar três propriedades básicas: coesão, fluidez e resistência a segregação.

O CAA é obtido a partir dos mesmos materiais utilizados para a produção do concreto convencional – cimento, agregados graúdo e miúdo, material fino coesivo e água, porém com maior adição de finos, de aditivos superplastificantes e moderadores de viscosidade.

O equipamento ideal para avaliar a qualidade do CAA no estado fresco é o reômetro, que permite a obtenção da tensão de escoamento e da viscosidade plástica. Como é pouco disponível em campo, as propriedades do material no estado fresco são avaliadas por três outros testes: caixa “L”, funil “V” e ensaio de espalhamento. Enquanto o espalhamento se relaciona mais diretamente com a tensão de escoamento, o funil traz mais informações pertinentes à viscosidade. Já a caixa “L” verifica a fluidez, a capacidade...

Materiais para a obtenção do CAA

Cimento

♦ São preferíveis os cimentos mais finos e com teores mais baixos de álcalis e de C3A. No entanto, a princípio, qualquer tipo de cimento empregado na produção do concreto convencional pode ser utilizado para obtenção do CAA.

Adições

♦ Filler calcário: embora o de natureza calcítica seja o mais indicado, não é um material verdadeiramente inerte, principalmente se em contato com C3A, além de aumentar a velocidade de hidratação do cimento. Deve ter finura igual ou menor que a do cimento.

♦ Cinza volante: com forma esférica, diminui o atrito interno entre agregados e cimento, reduzindo o consumo de superplastificante por aumentar a fluidez e a viscosidade. Deve ter finura entre 500m2/kg e 600m2/kg.

♦ Sílica ativa: comum para obtenção de elevada resistência à compressão, promove aumento da resistência à segregação quando representa entre 2% e 5% da massa de cimento. Nesses casos também aumenta a demanda por aditivo superplastificante e a tensão de escoamento.

♦ Fração fina dos agregados industrializados: o tipo de rocha e a forma de britagem e classificação, influenciam as características próprias e a adequação do CAA.

Aditivos

♦ Superplastificantes: reduzem em pelo menos 20% o consumo de água. Mesmo os de base policarboxilato, mais indicados, provocam perdas de fluidez exigindo compatibilização com os finos da mistura.

♦ Promotores de viscosidade: normalmente à base de polissacarídeos, melhoram a resistência à segregação. São dispensáveis quando os teores de finos são adequados. Aumentam a retração quando em doses elevadas.

Agregados

♦ Miúdo: os mesmos do concreto convencional. O ideal é que representem entre 40% e 50% da argamassa do CAA.

♦ Graúdo: também semelhantes ao do concreto convencional, são preferíveis os de forma regular. O de 10mm é o mais difundido por resultar numa composição mais econômica.

O estudo de dosagem, os ensaios de laboratório, de campo, e o acompanhamento da aplicação devem ser realizados por empresa especializada em tecnologia do concreto.

Central de Concreto

A contratada deve instalar e operar no canteiro das obras, uma ou mais centrais de concreto ou betoneiras compatíveis com a produção, perfeitamente equipadas para atender à demanda em

todas as frentes de serviço, de maneira a possibilitar cumprimento dos prazos estabelecidos no cronograma. A capacidade de produção em termos de concreto lançado, tipo e a localização ficará a cargo da contratada, devendo ambos entretanto, ser aprovados pela fiscalização.

Cada central de concreto deve dispor de equipamento de medição de materiais a peso, inclusive cimento, para o caso em que este seja adquirido a granel. Os silos de dosagem de cimento a granel devem ser construídos de modo a não reterem nenhum resíduo durante o esvaziamento.

A instalação de dosagem deve obedecer às normas em uso, e permitir um imediato ajustamento, para levar em conta as variações de umidade dos agregados.

O controle das instalações, assim como a verificação das balanças, devem ser feitos mensalmente, ou quando a fiscalização achar necessário, sendo que somente serão efetuados com a presença do representante desta.

Antes da montagem da central de concreto e dos equipamentos necessários para fabricar, classificar, transportar, armazenar e dosar os materiais componentes do concreto, a contratada deve submeter à aprovação da fiscalização o projeto da central de concreto, incluindo a localização e a descrição dos meios para recolhimento de corpos de prova e dos seus componentes.

A aprovação pela fiscalização da central de concreto, dos equipamentos e do modo de operar, não isenta de responsabilidade da contratada quanto as especificações que estabelecem a qualidade dos materiais e das obras acabadas.

Composição e Características do Concreto

O concreto será composto de cimento portland, água, agregados e aditivos sempre que necessários, desde que proporcionem no concreto efeitos benéficos, conforme comprovação em ensaios de laboratório.

Cimento Portland

Para a produção do concreto deve ser utilizado o cimento portland pozolânico CP-IV (NBR 5736) ou cimento portland com adição de pozolana CP-II-Z . Outro tipo de cimento só pode ser utilizado com prévia aprovação da área responsável pelos projetos estruturais da Sanepar.

Para cada unidade a ser concretada deve ser utilizado um único tipo de cimento.

Serão executados ensaios de qualidade do cimento, de acordo com os métodos da NBR 5736 ABNT, em laboratório aprovado pela fiscalização, correndo por conta da contratada as despesas daí originadas.

A fiscalização deve rejeitar as partidas de cimento, em sacos ou a granel, cujas amostras revelarem, nos ensaios, características inferiores aquelas estabelecidas pela NBR 5736 da ABNT,sem que caiba à contratada direito a qualquer indenização, mesmo que o lote já se encontre no canteiro da obra.

Caso seja utilizado cimento ensacado, os sacos de cimento devem ser empregados na ordem cronológica em que forem colocados na obra.

Cada lote de cimento ensacado deve ser armazenado de modo a se poder determinar, facilmente, sua data de chegada ao canteiro, sendo de responsabilidade da contratada todo o cuidado no sentido de protegê-lo de deterioração, armazenando-o em pilhas de, no máximo 10 sacos, durante um período nunca superior a 90 dias.

Se for utilizado cimento a granel, os silos de armazenamento serão esvaziados e limpos pela CONTRATADA, quando exigidos pela fiscalização; todavia, o intervalo entre duas limpezas sucessivas dos silos nunca será superior a 120 dias.

Água

A água destinada ao amassamento do concreto deve ser límpida e isenta de teores prejudiciais de sais, ácidos, álcalis e substâncias orgânicas devendo ser convenientemente armazenada a fim de evitar contaminação. Considera-se que toda a água potável serve para a execução do concreto.

A contratada deve proceder a uma pesquisa sistemática da qualidade das águas utilizáveis para o preparo do concreto no canteiro, de modo a estar seguro de que, em qualquer tempo, elas terão características não nocivas à qualidade do concreto.

Agregados

Os agregados devem satisfazer às prescrições da NBR 7211, sendo verificados pelos ensaios segundo os métodos da NBR NM 26, NBR 7218 e NBR 7221 contidos na norma “Materiais para Concreto Armado — Especificações e Métodos de Ensaio” da ABNT.

O agregado miúdo a ser utilizado para o preparo do concreto pode ser natural, isto é, areia, de grãos angulosos, e áspera, ou artificial, proveniente da britagem de rochas estáveis, não

devendo, em ambos os casos, conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas, ou de material pulverulento.

Deve sempre ser evitada a predominância de uma ou duas dimensões (formas achatadas ou alongadas) e a ocorrência de mais de 4% de mica. O armazenamento de areia deve oferecer condições que não permitam a mistura de materiais estranhos, tais como outros agregados graúdos, madeiras, óleos, etc.

Como agregado graúdo pode ser utilizado o seixo rolado do leito de rios ou pedra britada, com arestas vivas, isento de pó-de-pedra ou materiais orgânicos ou terrosos. Os materiais devem ser duros, resistentes e duráveis. Os grãos dos agregados devem apresentar uma conformação uniforme. A resistência própria de ruptura dos agregados deve ser superior à resistência do concreto. O armazenamento do agregado graúdo deve obedecer às mesmas recomendações relativas ao armazenamento da areia. Poderão ser utilizados, a depender da classe do concreto, os seguintes tipos de agregados graúdos:

- brita nº 0, diâmetro máximo de 6,3 mm a 12,5 mm;
- brita nº 1, diâmetro máximo de 12,5 mm a 19 mm;
- brita nº 2, diâmetro máximo de de 19 mm a 32 mm;
- Brita nº 3, diâmetro máximo de 32 mm a 50 mm;

O diâmetro máximo será fixado em cada caso de acordo com a NBR 6118. O mesmo critério de classificação de brita será aplicado para os seixos.
O Dmáx tem que ser o menor valor das seguintes verificações:

- ¼ da menor dimensão entre as faces das fôrmas;
- 1/3 da espessura da laje;
- 1,2 vez o espaçamento vertical entre armaduras;
- 0,8 vez o espaçamento horizontal entre armaduras;
- ¼ do diâmetro da tubulação de bombeamento
- 0,2 vez o cobrimento nominal da armadura adotado

Os montes e silos de agregados devem ser previstos com um sistema de drenagem eficiente, impedindo-se a introdução de materiais estranhos e modificação da granulometria. Os depósitos devem ser dimensionados de tal modo que permitam o programa de concretagem estabelecido.

0824 NATA DE CIMENTO PARA ESTACA INJETADA

Para estacas injetadas deve ser utilizada nata (calda) com consumo mínimo de cimento de 350 kg/m³.

0825 ADITIVO

É o produto que adicionado ao concreto, antes ou durante a mistura, modifica algumas de suas propriedades, no sentido de melhorá-las e/ou adequá-las a determinadas condições.

O uso de aditivo será definido no estudo de dosagem do concreto realizado pela empresa responsável pelo controle tecnológico do concreto.

Podemos classificar os aditivos em: modificadores da reologia da massa fresca, modificadores do tempo de pega, impermeabilizante ou hidrófugos e expansores. Segundo esta classificação, podemos separá-los por suas ações durante a mistura, no tempo de cura ou no resultado final do concreto. De uma maneira bastante genérica temos as subdivisões abaixo relacionadas e as prováveis consequências.

ADITIVOS				
TIPOS	**USOS**			
	EFEITOS	**VANTAGENS**	**DESVANTAGENS**	**EFEITOS NA MISTURA**
Plastificante (P)	- Aumenta o índice de consistência. - Possibilita a redução mínima de 6% de água.	- Maior trabalhabilidade para determinada resistência. - Maior resistência para maior trabalhabilidade. - Menor consumo de cimento para determinada resistência e trabalhabilidade.	- Retardamento do inicio de pega para dosagens acima da compatibilidade com o cimento. - Risco de segregação. - Enrijecimento prematuro em certas condições como exemplo em altas temperaturas.	- Efeitos significativos na mistura
Retardadores (R)	- Aumenta o tempo de inicio de pega.	- Mantém a trabalhabilidade em temperaturas elevadas. - Retarda a elevação do calor de hidratação. - Amplia o tempo de aplicação	- Pode promover exudação. - Pode aumentar a retração plástica do concreto.	- Retardamento do tempo de pega.
Aceleradores (A)	- Tempo de pega mais rápido. - Resistência inicial mais elevada.	- Possibilita a utilização em concreto projetado. - Ganho de resistência em baixas temperaturas.	- Aumenta as chances de fissuração devido ao aumento do calor de hidratação.	- Acelera o tempo de pega e a resistência inicial.

		- Redução do tempo de desforma. - Bom para utilização em reparos do concreto.	- Aumento o risco de corrosão de armaduras, quando feito à base de cloretos(a maioria).	
Plastificante e Retardador (PR)	- Efeito combinado dos dois.	- Em climas quentes diminui a perda de consistência.	- Aumenta exsudação e a retração plástica. - Aumenta o risco de segregação	- Efeitos iniciais significativos. - Reduz a perda de consistência
Plastificante e Acelerador (PA)	- Efeito combinado dos dois.	- Reduz a água e permite o ganho mais rápido de resistência.	- Aumenta o risco de corrosão das armaduras, quando a base é de cloretos	- Efeitos iniciais significativos. - Reduz os tempos de inicio e final de pega.
Incorporadores de Ar (IAR)	- Incorpora bolhas de pequeno diâmetro ao concreto.	- Aumenta a durabilidade ao congelamento do concreto, sem aumentar o cimento e consequentemente diminui o calor de hidratação. - Reduz o teor de água e a permeabilidade do concreto. - Aumenta o desempenho dos concretos com baixo consumo de cimento.	- Necessita controle rigoroso da porcentagem de ar incorporado e do tempo de mistura. - O aumento da trabalhabilidade pode se tornar inaceitável.	- Efeitos iniciais significativos.
Superplastificantes (SP)	- Elevado aumento do índice de conscistência. - Possibilidade de redução de 12% até 30% no teor de água de amassamento.	- Excelente para execução de concretos auto adensáveis, como também eficiente redutor de água.	- Riscos de segregação na mistura. - Pouca duração do efeito fluidificante. - Perda rápida da consistência.	- Efeitos iniciais significativos.
Expansor	- Expansão do concreto durante a hidratação.	- Aumento do volume sem retração - Aumenta a fluidez , coesão, homogeneidade,e plasticidade. - Diminui a exsudação	- Aumento de vazios - Diminui densidade e resistência	
Impermeabilizante e hidrofugante	- Obturam os poros do concreto.	- Reduz a penetração de umidade sobre pressão ou repelem eletricamente a água e reduzindo a penetração de umidade		- Efeitos finais significativos.
Redutor de retração	- Minimizando a saída da água da pasta gerando pequenas bolhas de gás que tem como função controlar a redução volumétrica do concreto.	- Reduz as fissuras devido a retração		

Não se recomenda o uso de aditivos que contenham cloretos de cálcio, sendo esse um dos motivos pelos quais se deve conhecer com detalhes o produto antes do seu emprego na obra. Exigir, se for o caso, atestado (s) de qualidade fornecido (s) por laboratórios idôneos. O pessoal encarregado do trabalho com aditivo deve ser habilitado para isso.

A combinação de mais de um produto na obra só pode ser feita com especificação de tecnologista de concreto e aprovação do projetista para que se verifique a compatibilidade entre os produtos.

No preço composto do concreto da Sanepar esta incluso todos os aditivos necessários para sua produção.

ADIÇÕES MINERAIS:

São materiais silicosos moídos a pó, geralmente são provenientes de algum tipo de resíduo industrial sólido, que quando adicionados ao cimento, produzem algumas características interessantes no concreto.

ADIÇÕES COM AÇÃO POZOLÂNICA:

As adições que causam principalmente reações pozolânicas, podem ser dividir em:

- Pozolanas comuns - pozolanas naturais e cinzas volantes;
- Pozolanas altamente reativas - sílica-ativa e cinza de casca de arroz;
- Pozolanas pouco reativas - escórias de alto forno esfriadas lentamente.

Cinzas volantes:

Pó proveniente de fornos que queimam carvão mineral moído como combustível, (Ex. termoelétricas a carvão), retirado por filtros eletrostáticos.

As cinzas volantes em geral tem os seguintes efeitos sobre o concreto:

- Retardam o ganho de resistência mecânica. Nas primeiras idades a resistência mecânica fica prejudicada devido a baixa velocidade das reações pozolânicas. Aos 60 dias aproximadamente a resistência se iguala a do clinquer hidratado;
- Reduz o calor de hidratação devido ao menor e melhor distribuído no tempo do calor liberado pelas reações pozolânicas em relação ao clinquer hidratado;

- Minimiza a permeabilidade do concreto por diversos fatores: as reações pozolânicas fixam o hidróxido de cálcio minimizando sua solubilidade; minimizam a retração; minimizam as fissuras por contração térmica pelo menor calor de hidratação;
- Diminuem a possibilidade da ocorrência das reações álcali-agregados, a sílica das cinzas volantes “consomem” os álcalis;
- Favorecem a trabalhabilidade por retardar um pouco o início de pega e minimizar a quantidade de reações de hidratação que ocorrem enquanto o concreto está fresco.

Sílica-ativa (microssílica):

A sílica-ativa é composta por partículas muito pequenas de sílica (SiO2), com 0,1 μm de diâmetro médio, solidificadas no estado amorfo (não cristalino), portanto extremamente reativas.

Efeitos principais da sílica-ativa:

- Aumento da resistência mecânica;
- Redução da porosidade e premeabilidade;
- Aumento da durabilidade;
- Redução da trabalhabilidade;
- Melhora da aderência;
- Reduz a reflexão em concreto projetado;
- Reduz a penetração de cloretos;

Cinza de casca de arroz:

O resíduo da queima de cascas de arroz é extremamente rico em sílica, são produzidos 200 kg de cascas aproximadamente para cada tonelada de arroz, e a queima destas gera 40 kg cinzas.

As cinzas de casca de arroz, quando adicionadas ao concreto tem efeitos similares ao da sílica-ativa só que em menor intensidade, tanto sobre a resistência mecânica e permeabilidade, assim como sobre a trabalhabilidade.

Metacaulin:

É uma pozolana de alta reatividade, em fase amorfa (vítrea), que reage com hidróxidos presentes nas pastas de Cimento Portland endurecidas, formando compostos quimicamente estáveis e mecanicamente mais resistentes.

Efeitos sobre o concreto fresco:

Causa uma diminuição na segregação, com sedimentação e exsudação de água reduzidas, ficando o concreto com aparência “argamassada”, com melhor trabalhabilidade e maior coesão, permitindo um melhor acabamento superficial.

Efeitos sobre o concreto endurecido:

- Aumenta a resistência à compressão;
- Aumenta o módulo de elasticidade da pasta matriz;
- Reduz a penetração de íons de cloretos;
- Reduz a absorção de água;
- Reduz o índice de vazios;
- Reduz a retração;
- Reduz o calor de hidratação;
- Reduz a reatividade álcali-agregado;

Efeitos sobre concreto projetado:

- Dispensa o uso de aditivo acelerador na maioria dos casos;
- Diminui o tempo de início de pega;
- Acelera o ganho de resistência nas primeiras horas;
- Garante maior aderência ao substrato (rocha, argila, concreto antigo).

Como consequência a utilização do metacaulim nos concretos em geral, como aditivo leva a:

- Menor presença de hidróxido de cálcio livre;
- Diminuição do índice de vazios;
- Matriz menos porosa e mais “cristalizada”;
- Melhora a zona de interface entre a pasta e os agregados;
- Aumento da retenção de água e menor retração;
- Redução das eflorescências;
- Maior resistência a ácidos e sulfatos;
- Maior resistência à abrasão e erosão;
- Menor fissuração oriunda da retração por secagem e autógena.

ADIÇÕES COM AÇÃO CIMENTANTE:

São as escórias de alto forno, que tem principalmente ação cimentante.

Escórias de alto forno:

São resíduos provenientes do alto-forno siderúrgico, onde argilas calcárias (cástinas) são usadas como fundentes, (para diminuir a temperatura de fusão do minério de ferro), e para elevar o PH.

OUTROS ADITIVOS:

Além dos grupos principais de aditivos citados anteriormente, existem outros, não normalizados, com finalidades bem específicas dentro da tecnologia do concreto.

Aditivos Inibidores de Corrosão:

Funcionam bloqueando a formação da micropilha (reação anódica/catódica) por um tempo, retardando o início da corrosão do aço. Reduzem principalmente os efeitos dos cloretos.

Tem como efeito colateral prejudicar a trabalhabilidade.

Controladores das reações álcali-sílica:

São aditivos baseados no lítio (hidróxido, carbonato ou fluorito), que funcionam reagindo com os álcalis antes da sílica dos agregados.

Também tem boa atuação contra as reações álcali-sílica, os aditivos minerais pozolânicos, principalmente a sílica-ativa, suas pequenas partículas silicosas reagem e "consomem" os álcalis, antes destes terem tempo para reagir com a sílica dos agregados.

Inibidores da hidratação:

Aditivos que interrompem o processo de hidratação do cimento

0 objetivo é reaproveitar a água de lavagem dos caminhões betoneira e permitir prolongar o tempo de pega do concreto, ou seja, manter suas características básicas por várias horas e até alguns dias.

DOSAGEM

A dosagem de Concreto define os quantitativos, em peso e volume, dos materiais constituintes do concreto. Os quantitativos são determinados em função de valores especificados em projeto, requisitos de durabilidade exigidos pela Sanepar, características que levam em conta o tipo de controle adotado na obra, os equipamentos disponíveis, as dimensões das peças, o espaçamento entre ferragens, o tipo de lançamento, descimbramento, etc.

Os traços devem ser determinados por dosagem racional ou experimental devendo, no entanto, ser respeitados, para cada classe, os valores máximos da relação água/cimento definido em projeto, com a finalidade de assegurar:

a) uma mistura plástica e trabalhável, segundo as necessidades de utilização;

b) um produto que não apresente um aumento excessivo de temperatura na concretagem e que após uma cura apropriada e um adequado período de endurecimento, tenha resistência, impermeabilidade e durabilidade, de acordo com as necessidades da obra onde for aplicado.

O consumo de cimento, a granulometria dos agregados, o fator água/cimento e os eventuais aditivos devem ser determinados e aprovados com base nos ensaios de laboratório a serem realizados pela contratada, através da empresa responsável pelo controle tecnológico do concreto atendendo os parâmetros definidos pelo projeto.

Durante o andamento das obras, a Sanepar pode exigir ajustes no traço, sem que isto proporcione à contratada direito a reivindicações sobre alterações preços ou prazo de execução da obra.

As quantidades de agregados devem ser determinadas a peso, sendo que a água será medida em peso ou volume. O cimento não deve , em nenhuma hipótese, ser medido em volume, como também será vedada a mistura de materiais relacionados a sacos fracionados de cimento.

Na dosagem da água de amassamento, deve ser levada em conta a umidade dos agregados inertes, principalmente a da areia, que deve ser determinada por meio de speedy moisture tester, ou outros métodos expeditos usuais.

Os resultados obtidos no estudo de dosagem do concreto devem ser apresentados à fiscalização com antecedência mínima de 7 dias, antes do início dos trabalhos de concretagem.

PRODUÇÃO DE CONCRETO

A produção de concreto estrutural deve obedecer rigorosamente ao projeto, especificações e respectivos detalhes, bem como as normas técnicas da ABNT que regem o assunto.

Podem ser produzidos no local da obra ou usinados (desde que inspecionados e aprovados pela fiscalização).
Os concretos a serem empregados nos diversos locais da obra, devem apresentar as características definidas no projeto estrutural.

Caso o concreto seja produzido na obra, a ordem de colocação dos materiais na betoneira é a seguinte:

- Brita
- Parte da Água
- Acionar a betoneira por 3 minutos
- Descansar por 3 minutos
- Areia
- Cimento
- Água restante com aditivo se necessário e aprovado
- Misturar por 2 minutos

Antes de proceder a mistura do concreto na obra ou solicitar a entrega do concreto usinado, deve-se verificar as condições operacionais dos equipamentos necessários (vibradores, mangotes, bombas para hidrojateamento, etc.), sua adequabilidade ao volume de concreto a ser produzido e transportado.

O concreto será misturado completamente, até ficar com aparência uniforme. Não será permitido um tempo excessivo de mistura, que necessite de adição de água para preservar a consistência necessária do concreto. Será preparado somente nas quantidades destinadas ao uso imediato. Quando estiver parcialmente endurecido não deve ser remisturado nem dosado. A betoneira não deve ser sobrecarregada além da capacidade recomendada pelo fabricante e será operada na velocidade indicada na placa que fornece as características da máquina.

TRANSPORTE

O transporte entre a central de concreto e os locais de lançamento deve ser tão rápido quanto possível, evitando-se a segregação do concreto. O concreto será descarregado o mais próximo

possível do local de lançamento, não devendo ser obrigado a fluir de modo que o movimento lateral permita ou cause segregação.

Os recipientes de transporte devem ser tais que assegurem um mínimo tempo de transporte.

O equipamento para transporte do concreto deve ser do tipo que não possibilite a segregação dos agregados, perda da água de amassamento ou variação da trabalhabilidade da mistura, entre a saída da betoneira e a chegada ao local da concretagem.

Se forem utilizados caminhões betoneira para o transporte do concreto deve ser observado o seguinte:

Os caminhões betoneiras devem ser equipados com um medidor de caudal, colocado entre o reservatório de água e a betoneira, e com um conta rotações que possa ser zerado com facilidade para indicar o número total de rotações por amassamento;

Cada caminhão deve ter uma placa metálica onde estejam indicadas a capacidade da betoneira e as respectivas velocidades máxima e mínima de rotação;

O amassamento deve ser contínuo, durante um mínimo de 50 rotações após a introdução na betoneira dos componentes do concreto, com exceção de 5% da água que deve ser introduzida posteriormente. A velocidade da betoneira deve situar-se entre 12 e 22 rotações por minuto. Depois da conclusão do amassamento, se houver rotações adicionais elas devem ser realizadas à velocidade especificada pelo fabricante do caminhão betoneira; no entanto, depois da introdução dos 5% de água finais, o amassamento deve continuar durante um mínimo de 30 rotações à velocidade de rotação especificada;

O concreto deve ser lançado até 2 horas depois da introdução do ligante na betoneira. O intervalo de tempo entre a saída do concreto da betoneira e a vibração respectiva deve ser o mais curto possível.

LANÇAMENTO

Quando do lançamento do concreto, as fôrmas devem estar isentas de incrustações de argamassa, lodo, óleos, detritos (restos de arames de amarração, pregos, serragens, madeiras, etc.). Previamente ao lançamento do concreto, a contratada deve submeter à aprovação da

fiscalização o plano de trabalho, mostrando e descrevendo os métodos de lançamento que pretende usar, devendo a concretagem ser efetuada na presença da fiscalização. A aprovação do método de lançamento proposto não isentará a contratada da responsabilidade de sua execução, que permanecerá como única responsável pela construção satisfatória de toda a obra. Nenhum concreto será lançado até que todo o trabalho de fôrmas, instalação de peças embutidas e armação tenham sido liberados pela fiscalização.

Todas as superfícies que receberão o concreto devem estar completamente umedecidas, de modo que a água do concreto fresco recém lançado não seja absorvida.

O concreto deve ser lançado em subcamadas contínuas aproximadamente horizontais, não excedendo 50 cm ou ¾ do comprimento da agulha do vibrador de imersão. A altura de lançamento do concreto não deve ser superior a 2 m, devendo-se, no caso do lançamento de alturas maiores, serem previstas aberturas nas fôrmas para o lançamento e adensamento do concreto. Pode-se, entretanto, adotar dispositivos de lançamento tais como trombas, funis ou calhas, que, introduzidas na fôrma, permitam o lançamento de alturas maiores minimizando a segregação. O concreto deve ser lançado o mais próximo de sua posição final, não sendo depositado em grande quantidade em determinados pontos para depois ser espalhado ou manipulado ao longo das fôrmas.

O lançamento do concreto deve ser iniciado e concluído no horário compreendido entre 7 e 17 horas, para possibilitar a execução de serviços complementares tais como desempenamento, preparação de juntas (corte verde), execução dos procedimentos de cura. Em situações especiais deve ser solicitada a fiscalização a liberação para concretagem em horários fora do acima estabelecido.

Não deve ser lançado concreto enquanto o terreno de fundação, as fôrmas e suas amarrações, os escoramentos, cimbramentos e as armaduras não tiveram sido inspecionados e aprovados pela fiscalização.

O concreto não deve ser exposto à ação da água antes de início da pega. No caso de chuvas torrenciais o concreto fresco deve ser protegido, para evitar a retirada dos materiais finos.

O lançamento do concreto deve ser contínuo, e conduzido de forma a não haver interrupções. Caso ocorra a necessidade de interrupção esta não deve ser superior a uma hora.

Deve haver um cuidado especial de evitar o deslocamento de armaduras, dutos de protensão, ancoragens e fôrmas, bem como para não produzir danos nas superfícies das fôrmas, principalmente quando o lançamento do concreto for realizado em peças altas por queda livre.

Depois de iniciada a pega, deve-se ter o cuidado de não vibrar as fôrmas, nem provocar esforços ou deformação nas extremidades de armações deixadas como espera para concretagens posteriores.

Em pés de pilares colocar uma argamassa, com composição igual à da argamassa do concreto estrutural, com espessura em torno de 5 cm, para evitar vazios (bicheiras) no inicio dos mesmos.

No caso de lançamento de concreto por intermédio de bombas, os equipamentos propulsores serão instalados em posições tais que não causem danos ao concreto já lançado; os condutos serão colocados de modo a evitar a segregação do concreto nas fôrmas. Os equipamentos, suas disposições e capacidades devem ser submetidos à aprovação da fiscalização.

ADENSAMENTO

Durante e imediatamente após o lançamento, peças com espessura igual ou superior a 20 cm devem ser adensadas empregando-se vibradores pneumáticos ou elétricos, de imersão.

O vibrador deve ser de no mínimo de 7.000 r.p.m., com intensidade e duração suficientes para produzir plasticidade e assentamento do concreto, adensando-o perfeitamente, sem excesso que provoquem segregação dos materiais. Deve haver um número de vibradores compatível com o volume de concreto a ser adensado.

O vibrador deve ser mantido na massa de concreto até que a superfície se apresente brilhante (apareça a nata na superfície), quando então deve ser retirado e mudado de posição sempre em funcionamento.

Os vibradores de imersão devem ser aplicados no ponto de descarga do concreto, de modo que toda a massa seja compactada cuidadosamente, de maneira uniforme. Durante a vibração de uma camada, o vibrador deve ser mantido em **posição vertical** e a agulha deve penetrar cerca de 10 cm na camada inferior, anteriormente lançada. Ele não será deslocado rapidamente no interior da massa, e uma vez terminada a vibração, deve ser retirado **lentamente** para evitar a formação de bolhas e vazios. Vibrar o maior número de pontos ao longo do elemento estrutural. Não encostar o vibrador nas fôrmas, nem nas armaduras.

Novas camadas não podem ser lançadas antes que a precedente tenha sido adensada.

Deve haver sempre, no canteiro da obra, um vibrador sobressalente para concretagens até 50 m^3, e dois vibradores sobressalentes para concretagens individuais de mais de 50 m^3. Não havendo tais equipamentos sobressalentes a concretagem não será liberada.

Em peças delgadas, cujas fôrmas tiverem sido construídas para resistirem à vibração, devem ser empregados vibradores externos, preliminarmente aprovados pela fiscalização. Quando se tratar de peças fortemente armadas, a contratada deve usar vibradores capazes de compactar o concreto sem danificar as armações e fôrmas.

JUNTAS DE CONCRETAGEM

Serão obedecidas as prescrições da NBR 6118

Quando o lançamento do concreto for interrompido e, assim, se formar uma junta de concretagem não prevista, devem ser tomadas as devidas precauções para garantir a suficiente ligação do concreto já endurecido com o novo trecho.

Quando a concretagem for suspensa por período de tempo superior aquele em que se iniciou a pega, o ponto onde houver sido suspensa deve ser considerado uma junta de concretagem.

No caso de se terem juntas de concretagem, a superfície que servirá de junta deve ser escovada intensamente com escova de aço, no período de 3 a 6 horas após a concretagem, ou deve ser lavada com jato de água com pressão mínima de 1500 lbs/pol^2.

Quando se for unir concreto com outro já endurecido, a superfície que receberá o novo concreto deve ser apicoada com ponteiros, para retirar a nata superficial, o material solto e os corpos estranhos. Essa superfície deve ser lavada de modo a deixar aparente o agregado graúdo.

Antes da retomada da concretagem deve ser feita a limpeza da superfície com ar comprimido e o umedecimento da mesma. Aplicar argamassa com a mesma composição da argamassa do concreto sobre a superfície da junta para evitar a formação de vazios.

Caso surjam juntas frias devido a interrupções eventuais no lançamento, por questões de transporte; defeitos na central de concreto ou nos equipamentos; acidente nos locais de trabalho, etc., a fiscalização deve ser comunicada imediatamente. Em qualquer caso, antes do novo lançamento, quando da normalização da situação, a fiscalização efetuará um exame do concreto já lançado na fôrma, a fim de constatar a ocorrência ou não de junta fria; caso seja realmente comprovada tal existência, a concretagem deve ser imediatamente paralisada e o concreto será tratado como junta de concretagem.

Nota – podem ser utilizados produtos para melhorar a aderência entre as camadas de concreto em uma junta de concretagem, desde que não causem danos ao concreto e seja possível comprovar desempenho ao menos igual ao dos métodos tradicionalmente utilizados.

0826 JUNTA DE DILATAÇÃO

As juntas de dilatação devem ser construídas de modo a permitirem absoluta liberdade de movimento entre as estruturas de concreto. Depois de concluído todo o trabalho, a argamassa solta, ou que estiver formando conchas delgadas capazes de se estilhaçarem com o movimento, deve ser retirada cuidadosamente de todas as juntas usando-se um cinzel fino. Todas as juntas de dilatação devem ser construídas com material elástico flexível que satisfaça os requisitos necessário conforme preconizado no projeto.

0827 CURA DO CONCRETO

Podemos designar por cura do concreto o conjunto de operações ou procedimentos adotados para evitar que a água de amassamento e de hidratação do cimento se evapore das regiões superficiais do concreto.

A cura adequada é fundamental para que o concreto alcance o seu melhor desempenho tornando-o mais impermeável, com baixa absorção de água, com alta resistência a carbonatação e a difusão de íons, ou seja com resistência mecânica e durabilidade adequadas. A não execução acarretará em um concreto mais poroso, permeável, com baixa resistência superficial e sujeito ao ataque dos agentes agressivos.

A água é parte integrante do processo de reação química com o cimento, devendo permanecer o maior tempo possível no concreto, pois a mesma fará parte dos compostos resultantes da hidratação do cimento.

Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais para evitar a perda de água pela superfície exposta, assegurar uma superfície com resistência adequada, controlar a temperatura do concreto durante o período de tempo suficiente até que atinja o nível de resistência suficiente.

Os agentes prejudiciais mais comuns ao concreto em seu início de vida são: mudanças bruscas de temperatura, secagem, chuva forte, água torrencial, congelamento, agentes químicos, bem como choques e vibrações de intensidade tal que possam produzir fissuras na massa de concreto ou prejudicar a sua aderência à armadura.

Mesmo no caso de utilização de aditivos para acelerar a pega do concreto, não se dispensa os procedimentos de cura.

Elementos estruturais de superfície devem ser curados até que atinjam resistência característica à compressão (fck) de acordo com a NBR 12655, igual ou maior que 15 Mpa.

A contratada deve ter em seu poder, para uso imediato, todos os materiais e equipamentos necessários para a cura adequada e proteção do concreto antes que se inicie a concretagem.

Nota: É terminantemente proibida a interrupção do processo de cura do concreto. Nas estruturas hidráulicas, caso ocorra a descontinuidade do processo, a contratada perderá o direito do recebimento do serviço de cura, ficando ainda a cargo da Sanepar a análise do comprometimento causado na qualidade do concreto, quanto a sua impermeabilidade, estando a contratada passível de arcar com processo complementar de impermeabilização.

Métodos de Cura

Deve-se iniciar a cura uma hora após o adensamento do concreto. Os métodos que podem ser adotados para curas normais em temperaturas ambientes são:

082701 Lâmina d’água

Deve-se manter umedecido o concreto cobrindo-o com uma lâmina de água, de modo a manter a superfície umedecida continuamente. A água usada para a cura deve ter as mesmas características da usada para fazer o concreto. Este método é aplicado para curas de pisos e lajes.

082702 Gotejamento contínuo

Deve-se manter umedecido o concreto com a utilização de tubos ou mangueiras perfurados, de forma a manter o gotejamento continuo sobre a estrutura a ser curada. Este método é aplicado para curas de paredes, vigas, pilares e demais estruturas verticais.

082703 Cura química

A cura química consiste em aspergir um produto que forma um película na superfície do concreto e que impede que haja evaporação da água. As dosagens e a forma de aplicação devem seguir as orientações do fabricante.

Tempo de Cura

Para definir o tempo de Cura, é preciso considerar os seguintes aspectos:

- Relação água / cimento
- Tipo de cimento
- Condições locais de temperatura, vento e umidade relativa do ar;
- Geometria das peças, que pode ser definida pela relação, área de exposição/volume da peça;
- Agressividade do meio ambiente;

Para calcular o tempo de cura total, utiliza-se as tabelas A, com os respectivos fatores de correção, N1, N2 e N3, aplicando-se a seguinte fórmula:

Tempo Mínimo de Cura - TMC

TMC = Valores da tabela A x N1 x N2 x N3

Tabela A

TEMPO MÍNIMO DE CURA EM FUNÇÃO DO TIPO DE CIMENTO E DA RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO (A/C)				
	0,35	0,55	0,65	0,70
CPI ou CP II 32	2 dias	3 dias	7 dias	10 dias
CPIV – POZ 32	2 dias	3 dias	7 dias	10 dias
CPIII – AF 32	2 dias	5 dias	7 dias	10 dias
CPI e II 40	2 dias	3 dias	5 dias	5 dias
CP V ARI	2 dias	3 dias	5 dias	- dias

- **Fatores de Correção dos Tempos de Cura da Tabela A**

- **Condições Atmosféricas -(N1)**					
	Temperatura	T< 15º.C		16 º.C<T< 39 º.C	
-	Umidade Relativa	UR<70%	UR>70%	UR<70%	UR>70%
Coeficiente de Correção do Tempo de Cura	N1	1,10	1,05	1,05	1,00

GEOMETRIA DA PEÇA:- (N2)					
R= Área Exposta/Volume da Peça		R=0,20	0,20<R<0,40	0,40<R<0,70	R>0,70
Coeficiente de Correção do Tempo de Cura	N2	1,00	1,05	1,10	1,20

AGRESSIVIDADE DO MEIO AMBIENTE: - (N3)					
		Fraca	Média	Forte	Muito Forte
Coeficiente de Correção do Tempo de Cura	N3	1,05	1,10	1,15	1,25

REPAROS NO CONCRETO

Os reparos dos defeitos encontrados no concreto provenientes de falhas de concretagem, devem ser iniciados após a desmoldagem. A fiscalização inspecionará a superfície do concreto e indicará os reparos a serem executados, podendo mesmo ordenar a demolição imediata das partes defeituosas para garantir a qualidade estrutural, a estanqueidade e o bom acabamento do concreto.

Os reparos no concreto devem ser efetuados por pessoal especializado. A contratada deve manter a fiscalização avisada sobre a época em que qualquer reparo no concreto deva ser feito. O reparo no concreto deve somente ser efetuado na presença de um fiscal, bem como o material utilizado no reparo deve ter a aprovação da fiscalização.

O concreto danificado ou com ”ninhos de abelha”, deve ser removido até a parte sã e preenchido com enchimento seco, argamassa ou concreto. As saliências devem ser eliminadas por apicoamento ou desbaste. Os enchimentos secos devem ser aplicados em vazios causados pela remoção dos prendedores das extremidades, dos tirantes das fôrmas, os rebaixos de fixação de tubulação e as ranhuras estreitas cortadas para o reparo de fendas.

O enchimento com concreto deve ser feito em vazios que se estendam inteiramente pelas seções da peça ou que sejam maiores, em área do que 1.000 (mil) centímetros quadrados. Também em vazios, em concreto armado, maiores em área que 500 (quinhentos) centímetros quadrados e que se estendam além da armadura.

Todos os enchimentos devem aderir firmemente à superfície dos vazios e devem ser perfeitos e isentos de fissuras produzidas por contração. Devem igualar em cor o concreto adjacente (peças em concreto aparente) e para isso deve-se usar cimento da mesma qualidade e origem do que aquele do concreto. O traço do concreto para o reparo deve ser o mesmo definido no início da obra ou utilização de graute. Os custos de todos os materiais, mão de obra e equipamentos empregados nos reparos do concreto correrão por conta da contratada.

Argamassa para Enchimento Seco DRY PACK

O enchimento seco deve consistir em uma mistura (por volume ou peso seco) de 1 (uma) parte de cimento para 2,5 (duas e meia) partes de areia, sendo que a granulação deve passar cem por cento (100%) pela peneira no 16. Deve ter água somente em quantidade suficiente para produzir uma argamassa que, ao moldada numa bola e pressionada levemente com as mãos, transpire água e apenas mantenha as mãos úmidas.

O enchimento seco deve ser colocado por camadas. Cada camada deve ser fortemente compactada por toda a superfície, mediante o emprego de uma régua de madeira de lei e um martelo.

Para corrigir defeitos causados por cobrimento insuficiente de armadura, deve ser adotada a seguinte sistemática:

a) demarcação da área a reparar;
b) apicoamento da superfície e limpeza;
c) aplicação de adesivo estrutural na espessura máxima de 1 mm, sobre a superfície perfeitamente seca;
d) chapisco com argamassa de cimento e areia no traço igual ao do concreto;
e) aplicação de argamassa especialmente dosada, com espessura máxima de 2 cm;
f) proteção da superfície contra ação de chuva, sol e vento;

g) aplicação de segunda demão de argamassa para uniformizar a superfície, após 24 horas de aplicação da primeira demão;
h) alisamento da superfície com desempenadeira metálica;

FISSURAS E TRINCAS

Embora tomadas todas precauções relacionadas a tecnologia do concreto e as orientações contidas neste módulo, podem ocorrer fissuras provenientes da retração do concreto em peças de grandes dimensões como paredes de: reservatórios, decantadores, reatores, etc. Após o período de cura, a estrutura deve ser inspecionada minuciosamente pela fiscalização da Sanepar a fim de identificar e demarcar as possíveis fissuras. O histórico em obras de concreto da Sanepar, em peças de grandes dimensões apresenta como aceitável a ocorrência de um índice de fissuras de retração da ordem de 0,15 m por m^2 de superfície. Exemplificando, se tivermos uma parede de 20 m por 5 m (100 m^2) teríamos um total de 15 m de fissuras a serem tratadas distribuídas na superfície. Até este índice de fissuras o custo do tratamento deve estar incluso no orçamento da obra. Ocorrendo fissuras acima do índice previsto o custo do tratamento adicional deve ocorrer às expensas da contratada.

O tratamento das fissuras de retração só deve ocorrer após a conclusão da concretagem de toda a unidade. Para recuperação das fissuras será adotado o sistema de impermeabilização flexível, conforme descrito no item de impermeabilização e proteção das estruturas de concreto deste módulo.

0828 GRAUTEAMENTO

O graute é uma argamassa pronta para uso, auto-nivelante e de alta resistência inicial. Atinge normalmente uma resistência superior a 20 MPa, podendo receber até 50% do peso em pedrisco, transformando-se num concreto tipo graute.

O graute é indicado para fixação de equipamentos, chumbamento de tubulações, reparos de falhas de concretagem, recuperação estrutural e outros serviços afins.

Deve ser usado com adição de água limpa, nas proporções indicadas pelo fabricante. Após a adição de água o tempo máximo para utilização é de 30 minutos.

A cura deve ser úmida pelo menos durante 3 (três) dias.

0829 CONCRETO PROTENDIDO

Protensão

Os materiais a serem empregados nas estruturas de concreto protendido são aqueles especificados para fôrmas, armaduras e concreto.

O aço de protensão será indicado, para cada caso, nos desenhos de projeto, no que se refere à sua resistência nominal e constituição. As características mínimas exigíveis serão as contidas nas NBR 7482 e 7483 da ABNT, para fios e cordoalhas, respectivamente. Todos os lotes de aço recebidos da fábrica devem vir acompanhados dos respectivos certificados de ensaio, que serão encaminhados à fiscalização. Além disso, devem ser ensaiados em laboratório idôneo, para verificar se o material atende às especificações da ABNT no que se refere a escoamento, resistência e alongamento. A aceitação ou rejeição dos lotes ficará submetida aos critérios fixados nas NBRs 7482 e 7483 da ABNT, correspondentes ao aço empregado. Os fios e cordoalhas devem vir da fábrica embalados adequadamente, para proporcionar maior proteção contra oxidação ou corrosão e serão estocados em área coberta, protegida das intempéries.

O isolamento e proteção dos fios ou cordoalhas de aço são feitos através dos cabos de proteção, que é o nome dado ao conjunto formado pela ancoragem, bainha e calda de injeção.

As ancoragens devem ter uma resistência igual ou superior a 90% da resistência característica especificada para o aço de proteção, devendo o ensaio ser realizado com cabo sem calda de injeção.

As bainhas serão metálicas, galvanizadas, corrugadas e devem possuir resistência suficiente para evitar qualquer dano irreparável ou deterioração durante o seu transporte, estocagem, manuseio e instalação. As bainhas deverão, ainda, ser estanques a fim de impedir a penetração da nata de cimento no seu interior durante a concretagem.

Calda de injeção é a mistura a ser injetada na bainha e será composta de água, cimento e eventuais aditivos. A água a ser utilizada deve ser limpa e fresca, livre de óleo, graxas, ácidos, álcalis, silitos ou qualquer outra substância agressiva ao cimento, em quantidades prejudiciais. O cimento pode ser de alta resistência inicial (ARI) ou cimento Portland comum com finura equivalente a do cimento de alta resistência inicial (4.5OO cm²/gr, método Blaine). Para tanto, este último deve ser peneirado em peneira nº 100 e a porcentagem máxima retida em peneira nº 200 não devendo ser superior a 4,3 %. É vedado o uso de cimento armazenado por mais de 90 dias ou que apresente empedramento. Caso sejam usados aditivos, estes devem

ter influências positivas nas propriedades da calda de injeção, tais como baixo fator água/cimento, boa fluidez, diminuição da retração e expansão. O aditivo não deve conter nenhum produto químico em quantidade que possa ter efeito nocivo sobre o aço de proteção ou sobre o cimento. Aditivos contendo cloretos, sulfitos e nitratos não devem ser usados. Todos os aditivos devem ser empregados de acordo com as instruções do fabricante.

Na dosagem, o cimento e os aditivos devem ser medidos em peso, nas proporções indicadas pelo laboratório de concreto, que também indicará a relação água/cimento e os eventuais aditivos. A relação água/cimento não pode exceder 0,45. A dosagem será feita com os próprios misturadores que servirão à operação de injeção.

O início de fluidez, avaliado pelo cone de Marsh, deve ficar entre 10 e 16 segundos. A exsudação deve ser sempre inferior a 2 %. A resistência à compressão da mistura, avaliada aos 28 dias de idade, em corpos de prova cilíndricos de 5 cm de diâmetro e 10 cm de altura, curados segundo a NBR 7215 da ABNT, deve atender ao valor de 25 MPa. No caso de avaliação aos 7 dias de idade, a resistência deve atender ao valor de 17 MPa.

Durante a confecção dos cabos e manipulação do aço não serão permitidas operações de endireitamento dos fios ou cordoalhas. A enfiação deve ser realizada antes da montagem dos cabos, portanto os dispositivos de fixação dos cabos na peça devem ser dimensionados de modo adequado, a fim de resistir aos esforços provenientes do seu próprio peso. Estes dispositivos poderão ser fixadores ligados à armadura não protendida, suportes de apoio ou qualquer outro tipo que mantenha a correta posição dos cabos durante a concretagem. Os cabos devem ser locados de acordo com os desenhos do projeto. Nenhum cabo pode ter um desvio de sua posição de projeto superior a 1 cm.

Caso haja necessidade de desviar o cabo em virtude da presença de abertura, dutos, insertos, etc., o raio de curvatura mínimo deve ser de 6 m e o cobrimento em relação à face da abertura deve ser superior a 15 cm. Cada cabo será marcado individualmente e claramente identificado antes da sua colocação na peça. Cuidado especial deve ser tomado durante o seu manuseio, para evitar danos às bainhas. Caso isto ocorra, a fiscalização decidirá pela conveniência do reparo no próprio campo, podendo, inclusive, solicitar a retirada da bainha danificada, sem ônus para a Sanepar. Nos pontos do cabo em que houver depressão ou elevação e em pontos intermediários, previamente fixados, devem ser deixados purgadores destinados a servir de drenos, respiros ou pontos de injeção de calda de cimento.

Na concretagem de uma peça estrutural protendida, o lançamento, adensamento e cura do concreto devem obedecer às prescrições dos itens específicos, entretanto algumas considerações complementares são feitas sobre essas operações:

a) antes do lançamento deve ser verificada a locação correta dos cabos, principalmente nos pontos críticos, tais como no meio de vãos, inflexões e pontos de momento negativo. Se a bainha for danificada, reparos devem ser executados, observando-se sempre as tolerâncias de posição e os cobrimentos fixados em projeto;
b) atenção especial deve ser dada a vibração do concreto nas ancoragens, para garantir uma compactação uniforme nestes pontos.

Não será permitida a protensão com menos de 72 horas após o término do lançamento do concreto, salvo se for utilizada cura térmica, e com autorização da fiscalização. A operação de protensão só será iniciada quando o concreto atingir 80% de sua resistência característica especificada em projeto. Para tanto, a fiscalização mandará romper dois corpos de prova, curados nas mesmas condições da peça a que se referem, tomando como valor da resistência o menor dos valores obtidos no ensaio.

Antes do início da protensão, deve ser feita uma inspeção preliminar para verificar se os cabos estão de acordo com o projeto, os equipamentos são os adequados para cada tipo de cabo e estão em perfeito funcionamento, o plano de protensão e as tabelas de dados estão no local e todo o pessoal especializado está presente. Qualquer operação de protensão só pode ser executada com a presença da fiscalização.

Todas as partes expostas das ancoragens devem ser protegidas de maneira adequada, com uma cobertura de concreto ou argamassa, de boa consistência, com abatimento mínimo no tronco de cone (“slump-test”). Não usar concreto ou argamassa que contenha cloreto de cálcio para o arremate das ancoragens.

SERVIÇOS DE PROTENSÃO

1. CORTES DOS CABOS

Os cabos devem ser cortados e pré-blocados de acordo com os desenhos dos projetos e junto com os cabos enrolados e pintados de forma que fiquem de fácil identificação na hora da montagem na obra, deve ser emitida uma lista de corte denominada de Romaneio, onde estarão todas as informações sobre os cortes e numeração dos cabos.

Pré-blocar é cravar a cunha com macaco hidráulico, antes de ser montado.

Casos em que os cabos forem cortados na obra, devem seguir os romaneios de cortes. Devendo em seguida serem separados, e distribuídos de acordo com os números e tamanhos distintos.

Sequência de pré-blocagem:

1. Comece o corte pelos cabos que serão montados primeiro;
2. Corte os cabos de acordo com o projeto e o romaneio;
3. Após o corte dos cabos verifique se o macaco esta calibrado, verifique também qual será a pressão a ser dada no macaco;
4. Corte 15 cm da bainha se o cabo tiver menos de 9 metros, se o cabo tiver mais de 9 metros, corte 25cm, e retire-a;
5. Se o macaco não tiver a peça de pré-blocagem fixa nele, pegue a peça e fixe-a em uma bancada depois coloque o macaco encostando-se à peça;
6. Passe o cabo por dentro das garras do macaco, e por dentro da peça;
7. Coloque um pedaço de 30cm de magueira se o cabo for maior que 9 metros, se for menor que 9 metros não coloque a mangueira, depois de pré-blocar puxe a bainha até encostar-se à placa;
8. Pegue a placa, a encoste na peça de pré-blocagem, depois passe o cabo por dentro da placa, deixe uns 5cm passando da placa, coloque duas cunhas, depois bata um pouco as cunhas na placa, vendo se as duas estão alinhadas;
9. Em seguida faça a pré-blocagem;

2 ENTREGA, MANUSEIO E ARMAZENAGEM DE MATERIAL/EQUIPAMENTOS

O material devera ser descarregado, armazenado e conferido pelo comprador, inclusive quando as bobinas forem direto para a obra. A conferencia será feita de acordo com o romaneio, caso da bobina de acordo com a nota fiscal.

Os cabos só devem ser recebidos e conferidos na obra junto com o seu respectivo romaneio. Caso os cabos não sejam imediatamente utilizados, estocá-los em local seco, cobertos por uma manta plástica, protegidos dos efeitos do sol e da chuva e seguro contra possíveis danos.

Materiais como cadeirinhas, cunhas, pocket former e outros materiais, também devem conferidos, estes materiais serão conferidos pelo comprador de acordo com a requisição de material e devem ser armazenados em locais secos seguros contra danos ou perdas.

3. MONTAGEM DOS CABOS

1. Confira se o projeto que você tem em mãos é o mesmo da obra que vai ser montada e se está com o pavimento certo.

2. Leve para cima da laje todo o material que vai ser utilizado na montagem da mesma.

3. Começar a marcação e a furação na forma de borda de cada ancoragem ativa, espaçando-as de acordo com o projeto. Se houver algum problema e não puder ser colocada conforme mostra o desenho do projeto consulte o engenheiro do projeto ou alguém responsável na Impacto.

4. Pegue o pocket former dê duas volta de fita adesiva na ponta do pocket former, em seguida coloque na placa. Fixe a placa com arame de 60cm de comprimento com duas voltas para que fiquem bem amarradas.

5. Depois de colocada a armadura positiva, comece a colocação dos cabos. Primeiro desenrole os cabos no local onde vai ser montado, depois comece a montagem.

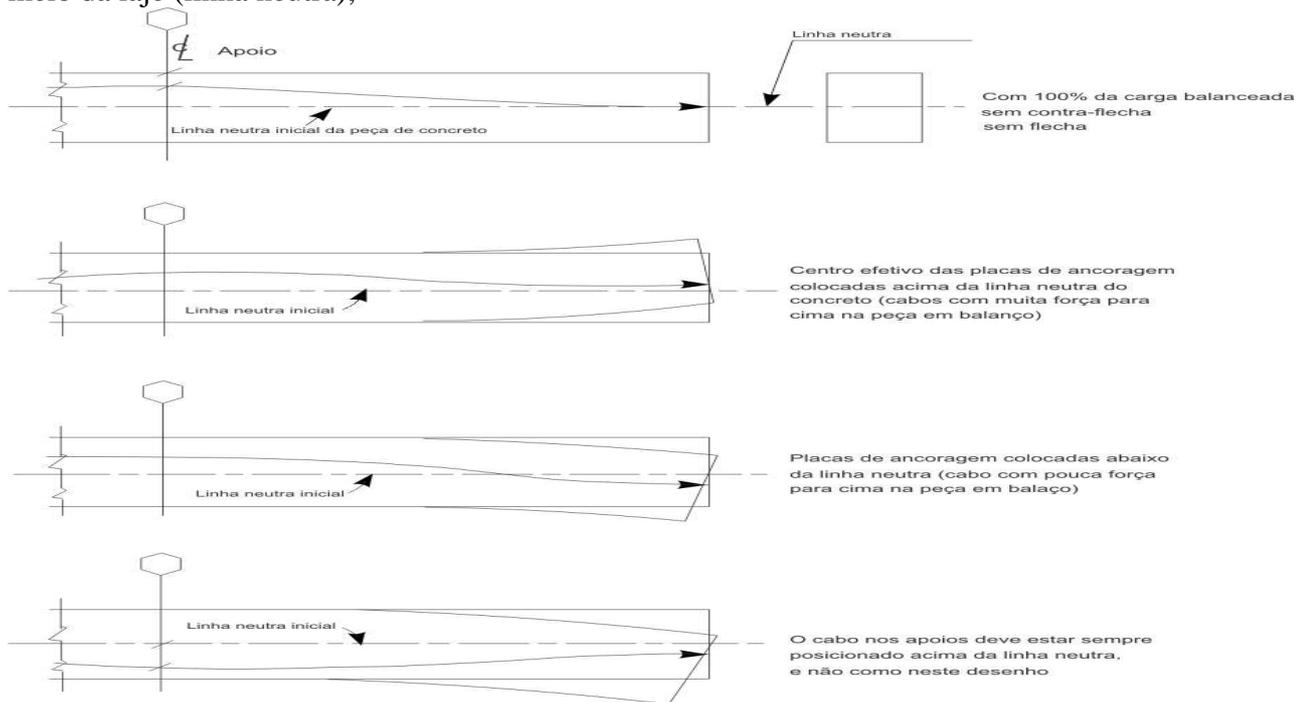
6. Inicie a montagem pelos cabos das faixas, seguindo a sequência que é colocada no projeto, coloque depois os cabos da laje.

7. Sempre verificar antes de começar a amarração, as alturas dos cabos para saber se não haverá algum problema com as alturas.
8. Quando for colocar os cabos para dentro da placa, tem que ter o cuidado na hora de cortar a bainha, não cortar muito e nem deixar a bainha para dentro da placa.

9. Verificar se os cabos não vão atrapalhar os negativos, se atrapalharem, comunicar a alguém responsável da Impacto ou ao Engenheiro de obras.

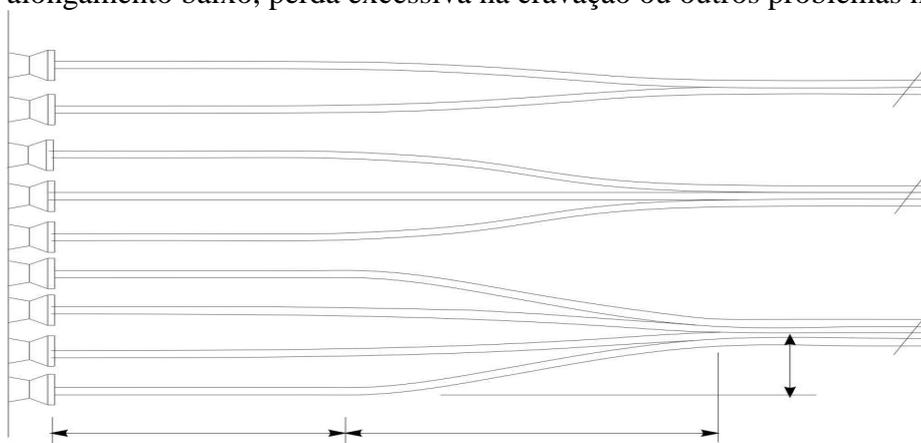
10. Sempre tomar cuidado nas caixas de passagem, conduites de instalações hidráulicas e elétricas, sempre que houver algum problema, comunicar a alguém responsável da Impacto ou ao próprio engenheiro da obra.

11. Se algum cabo fizer curva, sempre colocar um U em cada cabo. Se for feito algum desvio, também deve ser colocado.

12. Se o cabo tiver ancoragem intermediaria, sempre observar se o cabo esta passando no meio da laje (linha neutra);

13. Comece a etiquetar primeiro, as faixas, sempre observando as distâncias que estão no projeto. As distâncias devem ser seguidas rigorosamente.

14. Após a etiquetagem começar a amarração dos cabos.

15. A amarração dos cabos deve ser feita de acordo com o projeto, comece a amarrar da ancoragem passiva para a ativa, cuidado para não dar um ponto muito forte, porque pode ser que danifique a bainha.

16. Os cabos devem ser suavemente deslocados na direção das placas de ancoragem. Amarre o grupo de cabos no sistema de apoio conforme mostrado nos desenhos de montagem da pós-tração. Verifique a colocação perpendicular dos cabos dentro das placas de ancoragem vertical e horizontalmente. Se isto não for feito corretamente o resultado pode ser uma quebra da cordoalha, um estouro do concreto, uma falha na cravação das cunhas, alongamento baixo, perda excessiva na cravação ou outros problemas na protensão.

17. As alturas devem ser seguidas rigorosamente, se houver algum problema nas alturas, deve ser comunicado a alguém responsável da Impacto ou ao engenheiro da obra.

18. Amarrar uma galga nas ancoragens passiva para que elas fiquem alinhadas.

19. Depois de terminada a montagem, fazer uma conferencia final e depois comunicar a alguém responsável da Impacto ou ao engenheiro responsável pela obra.

4. PROTENSÃO DOS CABOS

A operação de protensão não deve começar até que os testes dos corpos de prova de concreto curados, sob as condições do canteiro de obras, indiquem que o mesmo tenha atingido a resistência mínima à compressão especificada para protensão, de acordo com os Documentos de Contrato ou com o Projeto.

1. As fôrmas de borda devem ser retiradas tão logo quanto possível para permitir a remoção da fôrma plástica no buraco para a limpeza da cavidade da placa de ancoragem enquanto o concreto ainda está verde. Outras fôrmas são deixadas no lugar até o final da protensão;

2. Remova os pockt former do nicho;

3. Limpe totalmente a cavidade da placa de ancoragem e remova qualquer pasta de concreto ou matéria estranha.

4. Confira a integridade do concreto tanto dentro do nicho quanto em todas as superfícies expostas. Se fissuras, vazios, bicheiras ou quaisquer outras anormalidades são vistas, NÃO PROTENDA. Se bicheiras são suspeitadas, sonde com um martelo e notifique a alguém responsável da Impacto ou ao engenheiro responsável pela obra.

5. Confira se o cabo está perpendicular à placa de ancoragem e se a placa de ancoragem está paralela à face do concreto (a menos que se fixe um ângulo diferente no projeto). Se qualquer uma delas estiver fora de alinhamento, notifique a Impacto para receber instruções.

6. Remova o excesso de graxa e qualquer sujeira, areia ou nata de cimento das pontas dos cabos. Não é necessário limpar totalmente as pontas, mas somente remover os materiais da superfície da área a ser pintada (marca para leitura dos alongamentos). É muito importante limpar esta área para que a marca não se apague durante a protensão.

7. Nas placas de ancoragem intermediárias onde a graxa é removida para que se faça a marcação, reaplique a graxa e encape de novo a bainha depois da protensão para restaurar o sistema de proteção.

8. Coloque as cunhas uniformemente. Verifique se o ajuste das cunhas é perfeito e se o dispositivo de cravação do macaco está encaixado nas duas (ou três) partes da cunha.

9. Fixe as cunhas na posição com uma ferramenta de assentamento manual.

10. Marque o cabo com tinta spray usando uma pequena tábua de 10x10 cm como gabarito para ter uma referência constante em relação à borda da laje. Se os cabos forem protendidos pelas duas extremidades, é importante que ambas sejam marcadas (pintadas) antes do início da protensão.

11. Confira o equipamento de protensão:
    a) Tenha certeza de que o equipamento está limpo, especialmente nas mandíbulas do macaco e nas áreas do pistão de cravação.

b) Ligue a bomba, abra e feche o macaco várias vezes enquanto confere vazamentos hidráulicos, expansão e retração dos cilindros e se o pistão de cravação está funcionando.
c) Manter o macaco totalmente aberto ou totalmente fechado irá causar pressão excessiva, que pode danificar o equipamento e/ou danos pessoais.
d) As folhas de aferição da calibração devem ser conferidas e a respectiva pressão registrada para protensão (aferição do manômetro).

5. PROTENDENDO OS CABOS

1. A protensão não deve acontecer antes que o concreto tenha a apropriada resistência (veja os registros dos desenhos de montagem estruturais e de pós-tração), mas deve ser feita tão logo isso aconteça;

2. Uma área apropriada deve ser liberada, isolada ou erguido um andaime seguro para os trabalhadores da protensão;

3. Cuidado impróprio no uso do equipamento de protensão pode resultar em danos à obra e ferimentos pessoais. Somente pessoas treinadas e qualificadas devem ter permissão para aproximar-se do equipamento de protensão durante o seu uso. Todos devem permanecer longe do cabo que está sendo protendido durante todo tempo.

4. Só quem pode ficar com o controle do macaco são os funcionários da Impacto.

5. Quando se protender acima do nível do solo, os macacos e bombas devem ficar presos a um objeto fixo por meio de uma corda de segurança para evitar que o equipamento seja arremessado para fora do edifício caso o cabo se rompa durante a protensão.

6. Assegure-se de que o batedor de cunha não esteja quebrado e esteja completamente retraído. Ele deve estar aproximadamente 1cm para fora do bico do macaco, na operação de travamento das cunhas.

7. Abra as mandíbulas do macaco puxando para trás a alavanca que une as duas partes.

8. Posicione o macaco na cordoalha a ser protendida e empurre-o à frente até o mesmo apoiar o bico na placa de ancoragem. Nunca tente ajustar a posição do macaco com golpes ou empurrões depois que a carga pressão tenha sido aplicada. Retire a pressão, remova o macaco e reposicione-o quando necessário.

9. Empurre as mandíbulas do macaco à frente para encaixar na cordoalha, estando certo de que:
   a) As mandíbulas do macaco estão paralelas para evitar danos a elas ou à cordoalha.
   b) A cordoalha está na respectiva posição dentro das mandíbulas do macaco.

10. Coloque a bomba de válvula na posição de protensão.

11. Ponha a bomba em funcionamento usando o interruptor remoto (o uso do mesmo permite ao operador permanecer ao lado da bomba, longe de qualquer tipo de risco se o cabo ou as mandíbulas do macaco falharem).

12. Em bombas equipadas com uma válvula de sequência ou válvula de cravação automática.

    a) Acione o motor da bomba usando o interruptor remoto até que a pressão seja indicada no manômetro. O macaco deve se abrir, tracionando e esticando a cordoalha, que deve se alongar conforme previsto no projeto. Nesse ponto, o macaco permanece aberto e segurando a cordoalha tencionada.
    b) Mude a válvula para a posição de retorno.
    c) Ao acionar o motor da bomba, a pressão irá permanecer no macaco e o alongamento da cordoalha será mantido, mas o manômetro baixará para zero e a pressão começará a se elevar.
    d) Quando a pressão definida é atingida (dependendo do equipamento usado) o bico de cravação estará completamente pressurizado, empurrando a cunha para dentro do alojamento da ancoragem um ruído de estalo será ouvido e o macaco começará a retornar. Nesse ponto, a cordoalha retornará junto com o macaco levando a cunha à sua posição final;
    e) Quando o macaco estiver quase totalmente fechado (2cm), pare a bomba e mude a válvula de quatro vias para a posição de tracionamento. O bico de cravação deve se retrair totalmente. É importante parar a bomba e interromper a válvula rapidamente, para evitar pressão excessiva acumulada no macaco depois que tiver retornado completamente. Esta pressão excessiva acumulada pode causar uma falha prematura das juntas do macaco, mangueiras e conexões.
    f) Deslize o macaco para frente para liberar as mandíbulas que seguravam a cordoalha e remova-o.

6. ALONGAMENTOS

6.1- GERAL

Depois que as fôrmas de borda foram removidas, os cabos devem ser preparados para protensão. Uma parte significativa do procedimento de protensão é a marcação, medição e registro dos alongamentos. O procedimento seguinte deve ser seguido passo a passo com o objetivo de obter resultados de protensão e registros adequados.

6.2- PREPARAÇÃO

a) A fôrma para nicho deve ser removida.
b) A limpeza da cavidade da placa de ancoragem deve ser feita suavemente para que não seja danificada.
c) A cavidade da placa de ancoragem, cunhas e a cordoalha devem estar sem nenhuma pasta de concreto, pedrisco, sujeira ou material estranho, caso contrário, as cunhas podem não se assentar eficazmente e a cordoalha pode escorregar durante ou depois da cravação da cunha.
d) As cunhas devem ser colocadas e assentadas com uma ferramenta de assentamento manual.
e) Usando um gabarito (uma peça de 10 cm de largura x 10cm de comprimento) para estabelecer uma medida de referência constante em relação à face do concreto, marque com tinta spray de secagem rápida. Não pinte por cima de outra pintura para não comprometer a precisão da atual.
f) A medida deve ser tirada a partir da placa. A dimensão final também é medida da placa de ancoragem para se calcular o alongamento.
g) A marcação deve estar clara. Uma marca larga ou manchada resultará em uma medida de alongamento imprecisa.
h) Antes da protensão das duas extremidades ativas do cabo, as cunhas da extremidade oposta em relação à primeira extremidade ativa devem ser bem batidas e posicionadas.
i) Se isto não for feito, a cordoalha pode escorregar e resultar em medição de alongamento imprecisa. As marcações devem ser aplicadas em ambas as extremidades antes da operação de protensão.
j) A escala de medição (metro, trena) deve ser rígida e estar sempre limpa.

6.3 REGISTRO

a) Os registros de protensão devem mostrar os seguintes dados:

b) Número de identificação dos cabos
c) Número do pavimento da concretagem
d) Data da protensão
e) Número de identificação dos equipamentos de protensão
f) Pressão requerida no manômetro conforme tabela de calibração encaminhado pela firma de protensão
g) Sequência da protensão por vigas
h) Qualquer dado especial / observações relacionadas a protensão
i) Nome da obra
j) 10.Nome da construtora
k) 11.Nome do operador
l) 12.Alongamento medido
m) 13.Número e data dos desenhos de montagem usados para montagem e protensão
n) 14.A Impacto deve participar ativamente na resolução de problemas de alongamento.
o) 15.Registro completo da protensão deve ser remetido à construtora (ou seu designado) para que seja repassado ao engenheiro do projeto.

CHECK LIST ANTES DA CONCRETAGEM

1. Inspeção antes da Concretagem

a) Número e o local dos cabos estão corretos (verifique contando as extremidades ativas)?
b) Comprimento da ponta dos cabos é suficiente para protensão?
c) Os vergalhões de fretagem e vergalhões auxiliares estão colocados conforme requerido?
d) As placas de ancoragem do lado ativo estão fixadas seguramente na fôrma de borda com a fôrma para nicho com tamanho apropriado?
e) A bainha da extremidade ativa está cortada corretamente nas imediações do lado de trás da placa de ancoragem (não mais do que 25 mm de cordoalha exposta ou conforme requerido nos documentos de contrato)?
f) Existe qualquer conflito com a localização de caixas de passagens ou eletrodutos?
g) As ancoragens se apoiarão sobre um concreto sólido (nunca próximo de conduites, passagens, etc.)?
h) Há espaço adequado para o macaco?
i) O espaçamento e a orientação das placas de ancoragem está correto?
j) O cabo está entrando reto dentro das placas de ancoragem (conforme desenhos de montagem)?
k) A cordoalha está isenta de corrosão na extremidade passiva?

l) As ancoragens passivas estão colocadas na posição adequada?

CORTE DOS CABOS APÓS PROTENSÃO

1. O corte da ponta dos cabos deve ser efetuado após a protensão, mas somente depois da conferência da medida dos alongamentos pela fiscalização

2. As cordoalhas devem ser cortadas com equipamento de corte oxiacetilênico. No corte com maçarico oxiacetilênico, evite que a chama atinja as cunhas diretamente. O comprimento da cordoalha além das cunhas após o corte deve ficar entre 13 e 20 mm.

GRAUTEAMENTO DO NICHO DE PROTENSÃO

1. Após o corte das pontas do cabo, sua extremidade deve receber um cap com graxa (somente em área próximo a praia, sujeito à maresia), contra corrosão. Em no máximo 48 horas após o corte com maçarico.
2. Antes da aplicação do graute, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco/óleo/graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o graute.
3. Logo após a protensão do cabo e do corte, os nichos de protensão devem ser preenchidos com aplicação de graute que não sofra retração e nem contenha metálicos. Sob nenhuma circunstância deixe os nichos expostos por muito tempo.
4. O graute usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Fonte: Serviço de Protensão conforme material fornecido pela Empresa Protensão Impacto Sul Ltda, em 20/02/2009.

0830 PROTEÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

A – Informações Gerais

A 1 - Impermeabilização - Obras Novas

Para as estruturas de concreto armado que requeiram a estanqueidade, tais como Reservatórios, Estações de Tratamento e Estações Elevatórias, a mesma deve ser obtida pelo próprio concreto mediante a sua correta execução.

Mesmo tomando-se todos os cuidados e obedecendo-se as recomendações citadas neste módulo e as normas vigentes, as estruturas de concretos de grandes dimensões sofrerão fissuras provenientes principalmente da retração do concreto na sua fase de cura.

Depois do período de cura, a estrutura deve ser inspecionada minuciosamente pela fiscalização da Sanepar a fim de identificar e demarcar as possíveis fissuras. O histórico em obras de concreto da Sanepar, em peças de grandes dimensões apresenta como aceitável a ocorrência de um índice de fissuras de retração da ordem de 0,15 m por m2 de superfície.

Exemplificando, se tivermos uma parede de 20 m por 5 m (100 m2) teríamos um total de 15 m de fissuras, distribuídas na superfície a serem tratadas. Até este índice de fissuras, o custo do tratamento com o sistema flexível de impermeabilização, está incluso no orçamento da obra. Ocorrendo fissuras acima do índice previsto o custo do tratamento adicional deve ocorrer às expensas da contratada.

Surgindo ainda outras patologias no concreto, decorrentes de má execução tais como: falhas decorrentes da segregação (ninhos de abelhas, bicheiras), falhas em juntas de concretagem, falhas em juntas de dilatação, falhas de cobrimento e se o teste de impermeabilidade acusar vazamentos, a contratada deve, às suas expensas, executar os reparos e posteriormente a impermeabilização com sistema flexível devidamente homologado pela Sanepar e em casos críticos pode ser exigido pela fiscalização o revestimento total da superfície recuperada, sem ônus para a Sanepar.

A impermeabilização das superfícies afetadas deve incluir, além da superfície deteriorada, um adicional de no mínimo 10 cm em cada direção, com sistema flexível de proteção.

As estruturas de concreto armado tais como reservatórios, câmaras de contato de Estações de Tratamento de Água -ETAs, unidades ETEs e caixas sujeitas à deterioração causadas pelo gás cloro ou gases provenientes do esgoto e de seu tratamento, devem receber na face interna das lajes superiores e nas paredes internas entre 30 cm abaixo do nível máximo, definido em projeto, até a face inferior da laje de cobertura, impermeabilização com sistema flexível. Nos poços de sucção de Estações Elevatórias de esgoto, deve ser aplicada a impermeabilização com sistema flexível, somente na laje superior e nos 30 cm de parede a partir desta. Nas áreas de ETAs e ETEs sujeitas a abrasão por fluxo tais como, sistemas de entrada, calha parshal, desarenador também devem receber o revestimento impermeabilizante flexível em toda a superfície em contato ou não com o líquido.

As lajes de cobertura dos reservatórios, em sua face externa, devem ser impermeabilizadas. Para tanto, poderão ser impermeabilizadas com mantas flexíveis atóxicas ou sistema flexível, conforme especificado neste item.

As paredes externas de reservatórios, em contato com o solo, devem receber aplicação de manta tipo geocomposto para drenagem, conforme especificado em C5 deste item.
A aplicação do sistema flexível de proteção e impermeabilização deve ser feita por empresa certificada pelo fabricante do produto, mediante apresentação de documento comprobatório.

A 2 - Impermeabilização - Obras de Recuperação de Estruturas

Para as obras de recuperação de estruturas de concreto dada a especificidade de cada caso, prevalecerá a recomendação do projeto específico, pois pode haver a necessidade de se executar a recuperação de parte da estrutura (aço + concreto) além de nova impermeabilização / proteção.

Nestes casos o projeto de recuperação pode especificar tanto o sistema flexível como o sistema rígido de impermeabilização, de acordo com o tipo de obra (água ou esgoto), tipo de unidade construtiva (ETA, ETE, Reservatório ou Elevatória) e também, o local de aplicação (canal de chegada de água, paredes ou fundos de reservatórios, etc).

B - Sistema Flexível de Proteção e Impermeabilização

B 1 - Descrição do Sistema

O sistema flexível de proteção e impermeabilização para estruturas de concreto utilizado e aprovado pela Sanepar deve ser a base de Poliuretano ou Poliuréia, conforme Norma Brasileira NBR 15487/2007 - Membrana de poliuretano para impermeabilização.

A empresa aplicadora do sistema flexível de proteção e impermeabilização deve ser certificadas pelo fabricante do produto, mediante apresentação de documento comprobatório.

A superfície que receberá o sistema flexível de proteção e impermeabilização deve ser previamente lavada com hidro-jateamento de alta pressão para retirada de partículas soltas e estar isentas de resíduos de óleo, graxa, desmoldante ou qualquer outro material que interfira na sua perfeita aderência, com a previa aplicação de “primer”, sempre que a superfície estiver úmida.

Além da norma citada acima, devem ser observadas as recomendações abaixo.

B 2 - Especificação para Poliuretano

Sua composição deve ser do tipo Poliuretano elastomérico monolítico flexível, homologado pela Sanepar, 100% de materiais sólidos (isentos de solventes), bi-componente, não deve produzir gases tóxicos durante a aplicação e cura, ser isento de materiais pesados e alcatrão, ou outros produtos químicos nocivos à saúde, que possam transmitir gosto prejudicando a potabilidade da água ou que possam agredir o meio ambiente, atendendo as normas ANSI, FDA, ou ASTM, podendo a Sanepar, a qualquer momento, solicitar novos laudos; ter resistência à tração mínima de 2,0 MPa, alongamento na ruptura mínima de 50%, deformação permanente máxima de 30%, resistência ao rasgo 2,0 kN/m, dureza Shore A 60–90, escorrimento a 120^{o}C, tração e alongamento após intemperismo – 500 h perda máxima de 25%, flexibilidade (5^{o} C) após envelhecimento acelerado (4 semanas a 80^{o} C) conforme NBR 9952, aderência à tração mínima 0,30 MPa, transmissão ao vapor d´água deve ser menor ou igual a 0,08 US PERMS, de acordo com a ASTM F-1249, após o contato com o revestimento a água deve atender a portaria n.º 518/2005 do Ministério da Saúde e NBR 12170; cor preferencialmente creme.

Deve ser aplicada uma camada de poliuretano com espessura mínima de 2 mm, por pulverização em demão única por meio de máquina "airless plural component" de alta pressão, de forma contínua e sem emendas. Caso o fabricante indique a utilização de tecido geotextil de polipropileno o mesmo deve apresentar gramatura mínima de 350 g/m², específico para receber revestimentos do tipo elastomérico. O tecido geotextil deve ser fixado com o mesmo material especificado para o revestimento.

A superfície que receberá o sistema flexível de proteção e impermeabilização deve ser previamente lavada com hidro-jateamento de alta pressão para retirada de partículas soltas e estar isentas de resíduos de óleo, graxa, desmoldante ou qualquer outro material que interfira na sua perfeita aderência, com a previa aplicação de “primer”, sempre que a superfície estiver úmida.

Após a cura do revestimento aplicado, deve ser feita uma verificação de possíveis falhas na aplicação, bem como proceder a devida correção. A critério da Sanepar, será executado uma verificação final da aplicação, através de varredura em toda a área com a utilização do equipamento “Holiday Detector”, para aceite final dos serviços.

B 3 - Especificação para Poliuréia

Sua composição deve ser do tipo Poliuréia Aromática monolítico flexível, homologado pela Sanepar, 100% de materiais sólidos (isentos de solventes), não deve produzir gases tóxicos durante a aplicação e cura, isento de materiais pesados e alcatrão, ou outros produtos químicos

nocivos à saúde, que possam transmitir gosto prejudicando a potabilidade da água ou que possam agredir o meio ambiente, atendendo as normas ANSI, FDA, ou ASTM, podendo a Sanepar, a qualquer momento, solicitar novos laudos; ter resistência à tração mínima de 2,0 MPa, alongamento na ruptura mínima de 50%, deformação permanente máxima de 30%, resistência ao rasgo 2,0 kN/m, dureza Shore A 60–90, escorrimento a 120ºC (atender NBR 9952), tração e alongamento após intemperismo – 500 h perda máxima de 25%, flexibilidade (5º C) após envelhecimento acelerado (4 semanas a 80º C) conforme NBR 9952, aderência à tração mínima 0,30 MPa, transmissão ao vapor d´água deve ser menor ou igual a 0,08 US PERMS, de acordo com a ASTM F-1249, após o contato com o revestimento a água deve atender a portaria n.º 518/2005 do Ministério da Saúde e NBR 12170; cor preferencialmente creme.

Deve ser aplicado uma camada de poliuréia com espessura mínima de 2 mm, por pulverização, em demão única por meio de máquina "airless plural component" de alta pressão.

Após a cura do revestimento aplicado, deve ser feita uma verificação de possíveis falhas na aplicação, bem como proceder a devida correção. A critério da Sanepar, será executado uma verificação final da aplicação, através de varredura em toda a área com a utilização do equipamento “Holiday Detector”, para aceite final dos serviços.

C - SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EXTERNA DE ESTRUTURAS

C 1 - Manta Pré Moldada

Descrição do Sistema

Opção “A”

Impermeabilização em dupla camada constituída de uma primeira manta asfáltica de 3 mm de espessura com a função de servir como berço amortecedor e absorver possíveis efeitos de patologia do substrato e uma segunda camada composta por uma manta asfáltica de 3 mm de espessura com função de impermeabilização principal.

A primeira manta de 3 mm deve atender ao Tipo II da NBR 9952 e ter acabamento plástico/plástico para colagem a maçarico.

A segunda manta de 3 mm deve atender ao Tipo III da NBR 9952 e ter acabamento plástico/plástico para colagem a maçarico.

Opção "B"

Impermeabilização com uma manta asfáltica de 4 mm de espessura, Tipo III da NBR 9952 colada com 3,0 Kg/m^2 de asfalto modificado sem adição de polímeros, com a função de servir de berço amortecedor e assim absorver possíveis efeitos de patologia do substrato.

Preparo da Superfície para as opções "A" e "B"

A superfície do concreto deve ser previamente lavada, isenta de pó, areia, resíduos de óleo, graxa, desmoldante ou qualquer outro material que interfira na perfeita aderência da argamassa de regularização.

Sobre a laje já executada com caimento de 1 a1,5% , e devidamente umedecida, fazer a regularização com argamassa de cimento e areia, traço 1:3., em panos de 2,0mx2,0m. As juntas perimetrais da laje devem ter 1,5 cm de largura preenchidas com argamassa betuminosa traço 1:8:3 de cimento areia e emulsão asfáltica. Essa argamassa deve ter acabamento desempenado com espessura mínima de 2 cm.

Na região dos ralos deve ser criada uma depressão de 1 cm de profundidade com área de 40 X 40 cm com bordas chanfradas para que haja nivelamento de toda a impermeabilização.
Promover a hidratação da argamassa para evitar fissuras de retração. Fazer testes de escoamento, identificando e corrigindo possíveis empoçamentos.

Todos os cantos e arestas devem ser arredondados com raio aproximado de 5 a 8 cm.

Juntas de dilatação devem ser consideradas como divisores de água de forma a evitar o acúmulo de água. As juntas devem estar limpas e desobstruídas, permitindo sua normal movimentação e receber um faixa de manta de reforço, conforme detalhes de projeto.

Nas áreas verticais até a altura do arremate da impermeabilização (mínima 30 cm acima do nível do piso acabado), executar chapisco de cimento e areia grossa , traço 1:2 seguido da execução de uma argamassa sarrafeada ou camurçada de cimento e areia média traço 1:4 adicionando-se 10% de emulsão adesiva acrílica na água de amassamento.

Obs. - A manta não pode ser aplicada sobre revestimento (emboço e reboco) a base de cal.

Os ralos e demais peças emergentes devem estar adequadamente fixados de forma a executar os arremates, conforme detalhes de projeto.

Caso sejam tomados os devidos cuidados na execução do acabamento da concretagem da laje

de cobertura e comprovada sua regularização (piso zero) que permita a colocação imediata da manta, pode ser eliminada a execução da camada de regularização.

Aplicação do Material para a Opção "A"

Seguir o disposto na NBR 9574 – Execução de Impermeabilização. Além desta norma, devem ser observadas as recomendações abaixo.

Aplicar sobre a regularização uma demão de "primer" (base água), com rolo ou trincha e aguardar a secagem por no mínimo duas horas.

Alinhar a manta de 3 mm de acordo com o enquadramento da área, procurando iniciar a colagem no sentido dos ralos para as cotas mais elevadas.

Com auxílio da chama de maçarico de gás GLP incidindo simultaneamente no "primer" e na manta, proceder a aderência total da manta de 3 mm com sobreposição de 10 cm nas emendas. Após aplicação da manta de sacrifício 3 mm iniciar a implantação da segunda manta de 3 mm, observando a não coincidência de emendas e sobreposições de 10 cm.

Antes da proteção mecânica, executar o teste de estanqueidade enchendo a área impermeabilizada com água, mantendo o nível por 72 horas. Levar em consideração a evaporação natural e chuvas que ocorrerem no período.

Executar reforços em pontos críticos, ralos, tubos emergentes e juntas de dilatação.

Aplicação do Material para a Opção "B"

Seguir o disposto na NBR 9574 – Execução de Impermeabilização. Além desta norma, devem ser observadas as recomendações abaixo.

Aplicar sobre a regularização uma demão de "primer" (base água), com rolo ou trincha e aguardar a secagem por no mínimo duas horas.

Aquecer o asfalto de forma homogênea em equipamento adequado numa temperatura compreendida entre 180ºC e 220ºC.

Aplicar uma demão do asfalto aquecido, com o uso de meada de fios de juta, no substrato imprimado numa distância máxima de 1,00 metro à frente da bobina.

O asfalto deve ser aplicado, com consumo mínimo de 3,0 Kg/m², no substrato e face inferior

da bobina. Pressionar a manta de 4 mm Tipo III da NBR 9952 do centro em direção às bordas, de forma a expulsar eventuais bolhas de ar.

As sobreposições devem ser no mínimo 10 cm, executando o selamento das emendas através da aplicação de banho de asfalto com o uso de meada de fios de juta, pressionando as emendas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas.

Proteção Mecânica para as opções “A” e “B”

Argamassa de Proteção Mecânica Primária ou de Transição

Sobre a impermeabilização pronta e testada, deve ser colocado filme de Polietileno e sobre este executar a proteção em panos de 2,0mx2,0m de argamassa de cimento e areia traço 1:4, desempenada com espessura mínima de 2,5 cm e juntas perimetrais com 1,5 cm de largura preenchidas com argamassa betuminosa traço 1:8:3 de cimento areia e emulsão asfáltica, com espessura de 2,5 cm.

Caso sejam utilizadas mantas auto protegidas com acabamento de alumínio ou ardósia que podem receber trânsito eventual e suportam exposição aos raios solares, não haverá necessidade de proteção mecânica.

C 2 - Membrana Moldada “in loco”

Pode ser utilizado para impermeabilização da laje superior externa de reservatórios uma manta moldada “in loco” de poliuretano, com espessura de 2 mm, atendendo o que trata a especificação para poliuretano.

C 3 - Sistema de Sombreamento

Sobre a impermeabilização das lajes de cobertura dos reservatórios, deve ser executado o sistema de sombreamento, constituído de placas de concreto pré-moldadas apoiadas sobre pilaretes ou placas poliestireno expandido.

Placas de concreto apoiadas em pilaretes

As placas de concreto armado pré-moldadas de 60x60x5 cm, devem ser apoiadas em pilaretes de 20x20x15 cm assentados sobre uma camada de argamassa com areia fina. As lajotas e os pilaretes devem ser executados com o mesmo traço do concreto utilizado na execução da

estrutura do reservatório, de acordo com detalhamento do projeto estrutural. Havendo divergência entre as dimensões de placas e pilares acima referenciadas com as especificadas nos projetos hidráulicos e ou estruturais prevalecerão primeiramente as do projeto estrutural e depois as dimensões definidas no projeto hidráulico.

Cuidados especiais devem ser tomados na execução das placas e no seu assentamento, evitando frestas excessivas que permitam o acesso de animais e detritos na camada isolante de ar que se formará. As placas de arremate final (encontro de paredes, inspeções, ventilação, etc.) devem ser moldadas com as dimensões requeridas ou cortadas com equipamento específico não sendo permitido placas recortadas com talhadeiras.

Na utilização deste sistema deve ser executada a proteção mecânica sobre a impermeabilização antes do assentamento dos pilaretes.

C 4 - Placas de Poliestireno Expandido - EPS

As placas de poliestireno expandido de espessura mínima 30 mm, tipo 7, devem ser assentadas sobre 100% da superfície impermeabilizada e atender as Normas Brasileiras abaixo relacionadas.

PROPRIEDADES - EPS TIPO 7	NORMAS	UNID.	VALORES
Densidade aparente mínima	NBR 11949	kg/m³	≥30
Condutibilidade Térmica 23,9° C	NBR 12094	W/(mK)	≤0,034
Resistência a compressão em 10% deformação	NBR 8082	KPa	≥185

Sobre as placas de EPS devem ser colocadas placas cimentícias produzidas em concreto leve reforçado com fibra de vidro ou placas pré-moldadas em concreto com dimensões de 45x45x5 cm.

Esta opção dispensa a aplicação de proteção mecânica sobre a manta impermeabilizante e protege a estrutura das variações de temperatura, minimizando as fissuras provocadas pela fadiga estrutural.

C 5 - Proteção de Paredes em Contato com o Solo

As paredes de Reservatórios de água potável, que estejam em contato com o solo devem ser revestidas com sistema de proteção a infiltração, tipo geocomposto leve e flexível constituído por uma geomanta tridimensional com espessuras de 10 mm.

0831 LAJE PRÉ-FABRICADA

Será executada de acordo com o projeto específico e as prescrições do fabricante. Deve ser perfeitamente escorada, de modo a não permitir deformações. Será executada com viguetas de concreto e tijolos especiais e recoberta com camada de concreto com espessura definida em projeto.

0832 RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

Os procedimentos de reparo e reforço de estruturas de concreto armado são compostos pelos seguintes itens:

Reparos de superfícies

- Preparo do Substrato
  - Demarcação da área de reparo com disco de corte
  - Escarificação
- Limpeza do Substrato
  - Escovamento da armadura
  - Limpeza com ar comprimido
  - Limpeza com jato de água
- Aplicação de argamassa / concreto projetado / graute
  - Argamassa polimérica monocomponenete
  - Concreto projetado
  - Graute / microconcreto fluido
- Reposição ou Reforço de Armaduras
  - Emendas por traspasse
  - Emendas por solda

Injeção em fissuras

- Injeção de gel de poliuretano
- Injeção de espuma e gel de poliuretano

As superfícies recuperadas devem ser protegidas com sistema de impermeabilização flexível conforme descrita no item 0830.

083201 Reparos superficiais com argamassa polimérica (prof. até 1,0 cm)

Demarcação da área de reparo com disco de corte

Procedimento:

- Procurar manter o disco em posição ortogonal à superfície;
- Antes de iniciar a operação, delimitar o contorno da região de reparo com lápis (giz) de cera.
- Demarcar o contorno da região a ser tratada com profundidade de 0,5 cm para qualquer superfície estrutural e 1,0 cm no caso de pisos;

A operação da máquina de corte, por tratar-se de equipamento delicado, exige mão de obra especializada, sendo indicada para a retirada de protuberâncias, delimitação do contorno de áreas de reparos e aberturas de ranhuras para o tratamento de fissuras. Este procedimento requer cuidados especiais no que diz respeito ao controle da espessura de corte, para não danificar estribos ou armaduras principais.

Preparo do substrato por escarificação com disco de desbaste

Procedimento:

- Aplicar o disco sobre a superfície, efetuar o desbaste em camadas ou passadas cruzadas a 90º. Desbastar de cada vez uma espessura pequena mantendo uniformidade de espessura em toda a superfície;
- Sempre que necessário, prever escoramento adequado para a estrutura;
- Retirar todo o material solto, mal compactado e segregado, até atingir o concreto são.

A aplicação deste procedimento somente deve ser executada por mão de obra especializada, já que este equipamento oferece elevado risco quando operado por pessoas não habilitadas.

Limpeza de armadura por escovamento manual

Procedimento:

- Escovar a superfície até conseguir a completa remoção das partículas ou qualquer outro material indesejável;
- Quando o substrato sendo preparado contiver armadura oxidada, a escova deve ser esfregada energicamente sobre as barras de aço, de forma a serem removidos os

produtos de corrosão presentes nas mesmas;

Para aplicação deste procedimento não há necessidade de emprego de mão de obra especializada, e ele é especialmente recomendado para o preparo de superfícies de pequenas dimensões, em locais de fácil acesso, quando houver a necessidade de remoção de produtos de corrosão incrustados nas armaduras.

Obs.: Quando houver necessidade de reposição da armadura, proceder conforme códigos 083206 ou 083207.

Limpeza do substrato com jato de ar comprimido

Procedimento:

- Nas cavidades existentes, colocar em seu interior a extremidade da mangueira executando a limpeza do interior para o exterior;
- Quando limpas, as cavidades devem ser vedadas com papel, procedendo-se então à limpeza da superfície remanescente;
- É importante começar sempre o processo pelas cavidades, passando depois para as superfícies vizinhas, de modo a evitar a deposição de pó em seu interior.

Em superfícies úmidas não deve ser utilizado, porque o mesmo é ineficiente nessas condições. É imprescindível a utilização de filtro de óleo na linha de ar comprimido, pois apenas desta forma não ocorrerá o transporte de partículas de óleo prejudiciais à superfície que está sendo limpada.

Limpeza do substrato com aplicação de jato de água fria

Procedimento:

- Iniciar a limpeza pelas partes mais profundas, procurando manter uma pressão adequada para a remoção de partículas soltas;
- Executar preferivelmente movimentos circulares com o bico do jato para facilitar a limpeza de toda a superfície;

Para melhorar a eficiência do processo poderão ser utilizadas soluções ácidas adequadamente formuladas para limpeza, desde que sejam tomadas medidas para proteção das áreas adjacentes.

Preparo e aplicação de argamassa polimérica

Procedimento:

- Saturar o substrato com água limpa;
- Preparo da argamassa: utilizar argamassa base cimento modificada com polímeros, agente adesivo e protetor contra corrosão integrados. Deve-se misturar o produto apenas com água. O pó deve ser adicionado a água e misturado até obtenção de uma argamassa homogênea. Recomenda-se o uso de misturadores mecânicos de baixa rotação. Não é permitida a mistura manual ou de pequenas quantidades. O produto deve ser misturado por pelo menos 5 minutos. Proporção de mistura conforme recomendação do fabricante. Como outros produtos cimentíceos a quantidade de água pode variar levemente.
- Para a aplicação da argamassa de reparo, a argamassa previamente misturada deve ser pressionada fortemente contra o substrato em camadas sucessivas de 0,5 cm até atingir a espessura desejada, desde que esta espessura não seja superior a 1,0 cm.
- O acabamento deve ser dado com desempenadeira metálica, de madeira ou de feltro, dependendo do aspecto que se queira conferir à superfície;
- Para a cura, é necessário manter a superfície úmida por 7 (sete) dias ou aplicar duas demãos de solução de cura com pulverizador (cura química), antes do início de pega, ou logo após , com broxa ou rolo. Nas 36 primeiras horas, evitar radiação solar direta com o emprego de toldos ou outros anteparos.

083202 Reparos rasos com argamassa polimérica (prof. até 3,0 cm)

Demarcação da área de reparo com disco de corte

Procedimento:

- Procurar manter o disco em posição ortogonal à superfície;
- Antes de iniciar a operação, delimitar o contorno da região de reparo com lápis (giz) de cera.
- Demarcar o contorno da região a ser tratada com profundidade de 0,5 cm para qualquer superfície estrutural e 1,0 cm no caso de pisos;

A operação da máquina de corte, por tratar-se de equipamento delicado, exige mão de obra especializada, sendo indicada para a retirada de protuberâncias, delimitação do contorno de áreas de reparos e aberturas de ranhuras para o tratamento de fissuras. Este procedimento requer cuidados especiais no que diz respeito ao controle da espessura de corte, para não danificar estribos ou armaduras principais.

Preparo do substrato por escarificação mecânica com disco de corte

Procedimento:

- Escarificar de fora para dentro, evitando golpes bruscos que possam quebrar as arestas e contornos da região de reparo;
- Retirar todo o material solto, mal vibrado e segregado, até atingir a região de concreto são, obtendo uma superfície rugosa e coesa, propiciando boas condições de aderência;
- Quando houver necessidade, deve ser previsto escoramento adequado da estrutura;
- Devem ser tomados os devidos cuidados para não comprometer a estrutura, procurando garantir que a espessura de escarificação se mantenha dentro do previsto;
- Após a conclusão dos serviços de escarificação, é necessária a execução do escovamento da armadura e limpeza com ar comprimido e jato de água.

A aplicação deste procedimento somente deve ser executada por mão de obra especializada, já que este equipamento oferece elevado risco quando operado por pessoas não habilitadas.

Este sistema é particularmente indicado em casos de grandes áreas a serem tratadas, desde que não haja necessidade de atingir espessuras superiores a 3,0 cm.

Limpeza de armadura por escovamento manual

Procedimento:

- Escovar a superfície até conseguir a completa remoção das partículas ou qualquer outro material indesejável;
- Quando o substrato sendo preparado contiver armadura oxidada, a escova deve ser esfregada energicamente sobre as barras de aço, de forma a serem removidos os produtos de corrosão presentes nas mesmas;

Para aplicação deste procedimento não há necessidade de emprego de mão de obra especializada, e ele é especialmente recomendado para o preparo de superfícies de pequenas dimensões, em locais de fácil acesso, quando houver a necessidade de remoção de produtos de corrosão incrustados nas armaduras.

Obs.: Quando houver necessidade de reposição da armadura, proceder conforme códigos 083206 ou 083207.

Limpeza do substrato com jato de ar comprimido

Procedimento:

- Nas cavidades existentes, colocar em seu interior a extremidade da mangueira executando a limpeza do interior para o exterior;
- Quando limpas, as cavidades devem ser vedadas com papel, procedendo-se então à limpeza da superfície remanescente;
- É importante começar sempre o processo pelas cavidades, passando depois para as superfícies vizinhas, de modo a evitar a deposição de pó em seu interior.

Em superfícies úmidas não deve ser utilizado, porque o mesmo é ineficiente nessas condições. É imprescindível a utilização de filtro de óleo na linha de ar comprimido, pois apenas desta forma não ocorrerá o transporte de partículas de óleo prejudiciais à superfície que está sendo limpada.

Limpeza do substrato com aplicação de jato de água fria

Procedimento:

- Iniciar a limpeza pelas partes mais profundas, procurando manter uma pressão adequada para a remoção de partículas soltas;
- Executar preferivelmente movimentos circulares com o bico do jato para facilitar a limpeza de toda a superfície;

Para melhorar a eficiência do processo poderão ser utilizadas soluções ácidas adequadamente formuladas para limpeza, desde que sejam tomadas medidas para proteção das áreas adjacentes.

Preparo e aplicação de argamassa polimérica

Procedimento:

- Saturar o substrato com água limpa;
- Preparo da argamassa: utilizar argamassa base cimento modificada com polímeros, agente adesivo e protetor contra corrosão integrados. Deve-se misturar o produto apenas com água. O pó deve ser adicionado a água e misturado até obtenção de uma argamassa homogênea. Recomenda-se o uso de misturadores mecânicos de baixa rotação. Não é permitida a mistura manual ou de pequenas quantidades. O produto deve ser misturado por pelo menos 5 minutos. Proporção de mistura conforme recomendação do fabricante. Como outros produtos cimentíceos a quantidade de água pode variar levemente.

- Para a aplicação da argamassa de reparo, a argamassa previamente misturada deve ser pressionada fortemente contra o substrato em camadas sucessivas de 0,5 cm até atingir a espessura desejada, desde que esta espessura não seja superior a 3,0 cm.
- O acabamento deve ser dado com desempenadeira metálica, de madeira ou de feltro, dependendo do aspecto que se queira conferir à superfície;
- Para a cura, é necessário manter a superfície úmida por 7 (sete) dias ou aplicar duas demãos de solução de cura com pulverizador (cura química), antes do início de pega, ou logo após , com broxa ou rolo. Nas 36 primeiras horas, evitar radiação solar direta com o emprego de toldos ou outros anteparos.

083203 Reparos semi-profundos com argamassa polimérica (prof. até 5,0 cm)

Demarcação da área de reparo com disco de corte

Procedimento:
- Procurar manter o disco em posição ortogonal à superfície;
- Antes de iniciar a operação, delimitar o contorno da região de reparo com lápis (giz) de cera.
- Demarcar o contorno da região a ser tratada com profundidade de 0,5 cm para qualquer superfície estrutural e 1,0 cm no caso de pisos;

A operação da máquina de corte, por tratar-se de equipamento delicado, exige mão de obra especializada, sendo indicada para a retirada de protuberâncias, delimitação do contorno de áreas de reparos e aberturas de ranhuras para o tratamento de fissuras. Este procedimento requer cuidados especiais no que diz respeito ao controle da espessura de corte, para não danificar estribos ou armaduras principais.

Preparo do substrato por demolição com uso de martelete pneumático

Procedimento:
- Escarificar de fora para dentro, evitando golpes bruscos que possam quebrar as arestas e contornos da região de reparo;
- Retirar todo o material solto, mal vibrado e segregado, até atingir a região de concreto são, obtendo uma superfície rugosa e coesa, propiciando boas condições de aderência;
- Quando houver necessidade, deve ser previsto escoramento adequado da estrutura;
- Devem ser tomados os devidos cuidados para não comprometer a estrutura, procurando garantir que a espessura de escarificação se mantenha dentro do previsto;
- Após a conclusão dos serviços de escarificação, é necessária a execução do escovamento da armadura e limpeza com ar comprimido e jato de água

A aplicação deste procedimento somente deve ser executada por mão de obra especializada, já que este equipamento oferece elevado risco quando operado por pessoas não habilitadas.

Este sistema é particularmente indicado em casos de grandes áreas a serem tratadas, desde que não haja necessidade de atingir espessuras superiores a 5,0 cm.

Limpeza de armadura por escovamento manual

Procedimento:

- Escovar a superfície até conseguir a completa remoção das partículas ou qualquer outro material indesejável;
- Quando o substrato sendo preparado contiver armadura oxidada, a escova deve ser esfregada energicamente sobre as barras de aço, de forma a serem removidos os produtos de corrosão presentes nas mesmas;

Para aplicação deste procedimento não há necessidade de emprego de mão de obra especializada, e ele é especialmente recomendado para o preparo de superfícies de pequenas dimensões, em locais de fácil acesso, quando houver a necessidade de remoção de produtos de corrosão incrustados nas armaduras.

Obs.: Quando houver necessidade de reposição da armadura, proceder conforme códigos 083206 ou 083207.

Limpeza do substrato com jato de ar comprimido

Procedimento:

- Nas cavidades existentes, colocar em seu interior a extremidade da mangueira executando a limpeza do interior para o exterior;
- Quando limpas, as cavidades devem ser vedadas com papel, procedendo-se então à limpeza da superfície remanescente;
- É importante começar sempre o processo pelas cavidades, passando depois para as superfícies vizinhas, de modo a evitar a deposição de pó em seu interior.

Em superfícies úmidas não deve ser utilizado, porque o mesmo é ineficiente nessas condições. É imprescindível a utilização de filtro de óleo na linha de ar comprimido, pois apenas desta forma não ocorrerá o transporte de partículas de óleo prejudiciais à superfície que está sendo limpada.

Limpeza do substrato com aplicação de jato de água fria

Procedimento:

- Iniciar a limpeza pelas partes mais profundas, procurando manter uma pressão adequada para a remoção de partículas soltas;
- Executar preferivelmente movimentos circulares com o bico do jato para facilitar a limpeza de toda a superfície;

Para melhorar a eficiência do processo poderão ser utilizadas soluções ácidas adequadamente formuladas para limpeza, desde que sejam tomadas medidas para proteção das áreas adjacentes.

Preparo e aplicação de argamassa polimérica

Procedimento:

- Saturar o substrato com água limpa;
- Preparo da argamassa: utilizar argamassa base cimento modificada com polímeros, agente adesivo e protetor contra corrosão integrados. Deve-se misturar o produto apenas com água. O pó deve ser adicionado a água e misturado até obtenção de uma argamassa homogênea. Recomenda-se o uso de misturadores mecânicos de baixa rotação. Não é permitida a mistura manual ou de pequenas quantidades. O produto deve ser misturado por pelo menos 5 minutos. Proporção de mistura conforme recomendação do fabricante. Como outros produtos cimentíceos a quantidade de água pode variar levemente.
- Para a aplicação da argamassa de reparo, a argamassa previamente misturada deve ser pressionada fortemente contra o substrato em camadas sucessivas de 0,5 cm até atingir a espessura desejada, desde que esta espessura não seja superior a 5,0 cm;
- O acabamento deve ser dado com desempenadeira de aço, madeira ou feltro (espuma), dependendo do aspecto que se queira conferir à superfície;
- Fazer a cura úmida por 7 dias ou aplicar duas demãos de membrana de cura com pulverizador antes do início de pega (cura química), ou com pincel ou rolo após o início de pega. Nas primeiras 36 horas, evitar a radiação solar direta com o uso de toldos ou outros anteparos.

083204 Reparos semi-profundos com concreto projetado (prof. até 5,0 cm)

Demarcação da área de reparo com disco de corte

Procedimento:

- Procurar manter o disco em posição ortogonal à superfície;
- Antes de iniciar a operação, delimitar o contorno da região de reparo com lápis (giz) de cera.
- Demarcar o contorno da região a ser tratada com profundidade de 0,5 cm para qualquer superfície estrutural e 1,0 cm no caso de pisos;

A operação da máquina de corte, por tratar-se de equipamento delicado, exige mão de obra especializada, sendo indicada para a retirada de protuberâncias, delimitação do contorno de áreas de reparos e aberturas de ranhuras para o tratamento de fissuras. Este procedimento requer cuidados especiais no que diz respeito ao controle da espessura de corte, para não danificar estribos ou armaduras principais.

Preparo do substrato por demolição com uso de martelete pneumático

Procedimento:

- Escarificar de fora para dentro, evitando golpes bruscos que possam quebrar as arestas e contornos da região de reparo;
- Retirar todo o material solto, mal vibrado e segregado, até atingir a região de concreto são, obtendo uma superfície rugosa e coesa, propiciando boas condições de aderência;
- Quando houver necessidade, deve ser previsto escoramento adequado da estrutura;
- Devem ser tomados os devidos cuidados para não comprometer a estrutura, procurando garantir que a espessura de escarificação se mantenha dentro do previsto;
- Após a conclusão dos serviços de escarificação, é necessária a execução do escovamento da armadura e limpeza com ar comprimido e jato de água

A aplicação deste procedimento somente deve ser executada por mão de obra especializada, já que este equipamento oferece elevado risco quando operado por pessoas não habilitadas.

Este sistema é particularmente indicado em casos de grandes áreas a serem tratadas, desde que não haja necessidade de atingir espessuras superiores a 5,0 cm.

Limpeza de armadura por escovamento manual

Procedimento:

- Escovar a superfície até conseguir a completa remoção das partículas ou qualquer outro material indesejável;
- Quando o substrato sendo preparado contiver armadura oxidada, a escova deve ser esfregada energicamente sobre as barras de aço, de forma a serem removidos os produtos de corrosão presentes nas mesmas;

Para aplicação deste procedimento não há necessidade de emprego de mão de obra especializada, e ele é especialmente recomendado para o preparo de superfícies de pequenas dimensões, em locais de fácil acesso, quando houver a necessidade de remoção de produtos de corrosão incrustados nas armaduras.

Obs.: Quando houver necessidade de reposição da armadura, proceder conforme códigos 083206 ou 083207.

Limpeza do substrato com jato de ar comprimido

Procedimento:

- Nas cavidades existentes, colocar em seu interior a extremidade da mangueira executando a limpeza do interior para o exterior;
- Quando limpas, as cavidades devem ser vedadas com papel, procedendo-se então à limpeza da superfície remanescente;
- É importante começar sempre o processo pelas cavidades, passando depois para as superfícies vizinhas, de modo a evitar a deposição de pó em seu interior.

Em superfícies úmidas não deve ser utilizado, porque o mesmo é ineficiente nessas condições. É imprescindível a utilização de filtro de óleo na linha de ar comprimido, pois apenas desta forma não ocorrerá o transporte de partículas de óleo prejudiciais à superfície que está sendo limpada.

Limpeza do substrato com aplicação de jato de água fria

Procedimento:

- Iniciar a limpeza pelas partes mais profundas, procurando manter uma pressão adequada para a remoção de partículas soltas;
- Executar preferivelmente movimentos circulares com o bico do jato para facilitar a limpeza de toda a superfície;

Para melhorar a eficiência do processo poderão ser utilizadas soluções ácidas adequadamente formuladas para limpeza, desde que sejam tomadas medidas para proteção das áreas adjacentes.

Preparo e aplicação de concreto projetado

Procedimento:

- Saturar o substrato com água limpa;

- O concreto deve ser projetado contra o substrato pelo processo via úmida, sempre de baixo para cima, em camadas sucessivas, até atingir a espessura desejada ≤ 5,0 cm;
- O acabamento deve ser dado com desempenadeira de aço, madeira ou feltro (espuma), dependendo do aspecto que se queira conferir à superfície;
- Fazer a cura, é necessário manter a superfície úmida por 7 dias, ou aplicar duas demãos de membrana de cura com pulverizador antes do início de pega (cura química), ou com pincel ou rolo após o início de pega. Nas primeiras 36 horas, evitar a radiação solar direta com o uso de toldos ou outros anteparos.

083205 Reparos profundos com graute (prof. até 30,0 cm)

Demarcação da área de reparo com disco de corte

Procedimento:
- Procurar manter o disco em posição ortogonal à superfície;
- Antes de iniciar a operação, delimitar o contorno da região de reparo com lápis (giz) de cera.
- Demarcar o contorno da região a ser tratada com profundidade de 0,5 cm para qualquer superfície estrutural e 1,0 cm no caso de pisos;

A operação da máquina de corte, por tratar-se de equipamento delicado, exige mão de obra especializada, sendo indicada para a retirada de protuberâncias, delimitação do contorno de áreas de reparos e aberturas de ranhuras para o tratamento de fissuras. Este procedimento requer cuidados especiais no que diz respeito ao controle da espessura de corte, para não danificar estribos ou armaduras principais.

Preparo do substrato por demolição com uso de martelete pneumático

Procedimento:
- Escarificar de fora para dentro, evitando golpes bruscos que possam quebrar as arestas e contornos da região de reparo;
- Retirar todo o material solto, mal vibrado e segregado, até atingir a região de concreto são, obtendo uma superfície rugosa e coesa, propiciando boas condições de aderência;
- Quando houver necessidade, deve ser previsto escoramento adequado da estrutura;
- Devem ser tomados os devidos cuidados para não comprometer a estrutura, procurando garantir que a espessura de escarificação se mantenha dentro do previsto;
- Após a conclusão dos serviços de escarificação, é necessária a execução do escovamento da armadura e limpeza com ar comprimido e jato de água

A aplicação deste procedimento somente deve ser executada por mão de obra especializada, já que este equipamento oferece elevado risco quando operado por pessoas não habilitadas.

Este sistema é particularmente indicado em casos de grandes áreas a serem tratadas, desde que não haja necessidade de atingir espessuras superiores a 5,0 cm.

Limpeza de armadura por escovamento manual

Procedimento:

- Escovar a superfície até conseguir a completa remoção das partículas ou qualquer outro material indesejável;
- Quando o substrato sendo preparado contiver armadura oxidada, a escova deve ser esfregada energicamente sobre as barras de aço, de forma a serem removidos os produtos de corrosão presentes nas mesmas;

Para aplicação deste procedimento não há necessidade de emprego de mão de obra especializada, e ele é especialmente recomendado para o preparo de superfícies de pequenas dimensões, em locais de fácil acesso, quando houver a necessidade de remoção de produtos de corrosão incrustados nas armaduras.

Obs.: Quando houver necessidade de reposição da armadura, proceder conforme códigos 083206 ou 083207.

Limpeza do substrato com jato de ar comprimido

Procedimento:

- Nas cavidades existentes, colocar em seu interior a extremidade da mangueira executando a limpeza do interior para o exterior;
- Quando limpas, as cavidades devem ser vedadas com papel, procedendo-se então à limpeza da superfície remanescente;
- É importante começar sempre o processo pelas cavidades, passando depois para as superfícies vizinhas, de modo a evitar a deposição de pó em seu interior.

Em superfícies úmidas não deve ser utilizado, porque o mesmo é ineficiente nessas condições. É imprescindível a utilização de filtro de óleo na linha de ar comprimido, pois apenas desta forma não ocorrerá o transporte de partículas de óleo prejudiciais à superfície que está sendo limpada.

Limpeza do substrato com aplicação de jato de água fria

Procedimento:

- Iniciar a limpeza pelas partes mais profundas, procurando manter uma pressão adequada para a remoção de partículas soltas;
- Executar preferivelmente movimentos circulares com o bico do jato para facilitar a limpeza de toda a superfície;

Para melhorar a eficiência do processo poderão ser utilizadas soluções ácidas adequadamente formuladas para limpeza, desde que sejam tomadas medidas para proteção das áreas adjacentes.

Preparo e aplicação de graute

Procedimento:

- Saturar o substrato com água limpa;
- Preparo do graute: adicionar água ao material seco na relação água/pó recomendada pelo fabricante em um misturador mecânico, misturar e homogeneizar por aproximadamente 3 (três) minutos;
- Para a aplicação graute, preparar fôrmas estanques e rígidas com alimentador tipo “cachimbo” ou calha;
- Retirar as fôrmas e, se necessário, fazer a saturação do substrato, ou com a superfície seca aplicar adesivo base epóxi, e recolocar as fôrmas.
- Evitar a formação de vazios de ar lançando lenta e continuamente, sempre pelo mesmo lado, até atingir uma altura de 10 cm acima do limite da cavidade a reparar (o cachimbo deve ser construído 10 cm mais alto que a cavidade). Observar o prazo máximo de lançamento de todo material, que deve ser de 20 minutos após o preparo da mistura;
- O acabamento, após a remoção das fôrmas, ocorrerá no mínimo 24 horas após o lançamento do graute. Deve ser feito cortando os excessos, sempre de baixo para cima, para evitar rupturas, com uso de talhadeira ou equipamento pneumático de porte adequado. Quando necessário, dar acabamento com argamassa para estucamento na proporção 2:1:1 (cimento Portland:cimento branco:alvaiade ou areia fina), em volume, suavizada com solução de adesivos acrílicos e água na proporção 1:3;
- Fazer cura úmida por 7 dias ou aplicar duas demãos de membrana de cura com pulverizador antes do início de pega (cura química), ou com pincel ou rolo após o início de pega. Nas primeiras 36 horas, evitar a radiação solar direto com o uso de toldos ou outros anteparos.

083206 Reposição ou reforço de armaduras - Emendas por traspasse

Após o preparo e limpeza do subtrato e armadura, executar reforços e/ou emendas por traspasse de barras de aço, buscando a reconstituição ou aumento da seção de armadura original (quando houver perda de mais de 10 % da seção).

Procedimento:

- Sobrepor um estribo em forma de “U”, denominado armadura de costura, ancorando este pelo menos pelo menos 4 cm de cada lado no concreto são; para tal, fazer um furo no concreto com uma broca de Ø (1/8”) maior que o diâmetro do estribo a ser utilizado, e preencher o orifício com adesivo estrutural base epóxi introduzindo os estribos;
- Na ausência de uma especificação ou projeto específico que indique o comprimento de traspasse a ser adotado, recomenda-se utilizar as informações constantes nas Tabela 1.1;

Tabela 1.1 – Recomendações para a determinação da longitude de traspasse em função do Ø da armadura

<table>
<tr><th colspan="3">Comprimento de traspasse recomendados na ausência de especificação</th></tr>
<tr><th>Armaduras comprimidas</th><th colspan="2">Armaduras tracionadas Ø ≤ 12,5 mm
50% de emendas na mesma seção
100% de emendas na mesma seção</th></tr>
<tr><td>L ≥ 40 Ø</td><td>L ≥ 40 Ø</td><td>L ≥ 60 Ø</td></tr>
<tr><td>L ≥ 30 Ø</td><td>L ≥ 30 Ø</td><td>L ≥ 45 Ø</td></tr>
</table>

083207 Reposição ou reforço de armaduras - Emendas por solda

Após o preparo e limpeza do subtrato e armadura, executar reforços e/ou emendas por solda de barras de aço, buscando a reconstituição ou aumento da seção de armadura original (quando houver perda de mais de 10 % da seção).

Procedimento:

- As barras a serem emendadas devem ter no mínimo 30 cm de sua extremidade totalmente livre para permitir a colocação e soldagem da armadura auxiliar de suporte;
- Empregar solda unicamente para barras de aço laminado a quente;
- Preferencialmente a solda deve ser aplicada nos dois lados da barra e executada com a utilização de eletrodo E 7018 ou E 6013 (AWS) e uma máquina de solda portátil;

- Após aplicar uma passada (cordão) de solda, esperar esta esfriar, até poder tocá-la com as mãos antes de aplicar a segunda camada;
- Em situações de maior responsabilidade, não é recomendado o uso de solda, pois o mesmo pode conduzir à fragilização do aço;

083208 Injeção de gel de poliuretano

Aplica-se em fissuras com movimentação de 0,1 mm a 2,0 mm de espessura.

Procedimento:

- Utilizar gel de poliuretano bicomponente;
- A superfície do concreto deve estar limpa ao longo da fissura, isto pode ser feito através de raspagem superficial com espátula, escovação enérgica com escova de aço e limpeza com jato de ar comprimido;
- Perfurar a cada 30 cm de cada lado da fissura intercalados a cada 15 cm ao longo da fissura, instalar injetores metálicos dotados de abas e calafetar externamente com argamassa poliéster;
- Após o endurecimento do material de calafetação, testar a intercomunicabilidade dos pontos de injeção com água.
- Proceder à injeção bombeando (com um injetor pneumático ou agulha de injeção), conforme descrição abaixo:
  a) Injetar o gel de poliuretano, através de bomba pneumática que possua pressão de ar mínima de 20 bar;
  b) Aguardar a cura (30 minutos);
  c) Afrouxar e retirar os bicos injetores, bem como seu niple de aço carbono galvanizado;
  d) Colmatar com pasta de cimento.
  e) Para intervalos de aplicação superior a 10 minutos entre aplicações exige a lavagem da bomba.

BICOS DE INJEÇÃO

083209 Injeção de espuma e gel de poliuretano

Aplica-se em fissuras com movimentação de 0,1 mm a 2,0 mm de espessura, com fluxo de água ou água sob pressão.

Procedimento:

- Utilizar espuma de poliuretano hidroativada e gel de poliuretano bi-componente;
- A superfície do concreto deve estar limpa ao longo da fissura, isto pode ser feito através de raspagem superficial com espátula, escovação enérgica com escova de aço e limpeza com jato de ar comprimido;
- Perfurar a cada 30 cm de cada lado da fissura intercalados a cada 15 cm ao longo da fissura, instalar injetores metálicos dotados de abas e calafetar externamente com argamassa poliéster;
- Após o endurecimento do material de calafetação, testar a intercomunicabilidade dos pontos de injeção com água.
- Proceder à injeção bombeando (com um injetor pneumático ou agulha de injeção), conforme descrição abaixo:
  - f) Injetar a espuma de poliuretano hidroativada, através de bomba pneumática que possua pressão de ar mínima de 20 bar;
  - g) Após o tamponamento do fluxo de água, deve-se proceder, através dos mesmos bicos, a injeção do gel de poliuretano bi-componente;
  - h) Aguardar a cura (30 minutos);
  - i) Afrouxar e retirar os bicos injetores, bem como seu niple de aço carbono galvanizado;
  - j) Colmatar com pasta de cimento;
  - k) Para intervalos de aplicação superior a 10 minutos entre aplicações exige a lavagem da bomba.

0833 CONTROLE TECNOLÓGICO DE ESTACAS

Controle de cravação de estacas pré-moldadas através da nega, repique e diagrama de cravação.

A “nega” corresponde a um critério de impenetrabilidade e tem o objetivo de uniformizar o estaqueamento. Obtém-se este parâmetro experimentalmente através da penetração de uma estaca com a aplicação de um golpe do martelo.

Em campo lê-se a penetração gerada por uma seqüência de 10 golpes do martelo e o valor da nega é dado dividindo esta penetração por 10. A ordem de grandeza da nega é de 1 a 2cm.

O cálculo da "nega" é dado pela igualdade da energia aplicada pelo martelo de cravação no topo da estaca com a energia gasta para causar a ruptura do solo durante a sua cravação, somada às perdas por impacto e por atrito necessárias para vencer a inércia da estaca introduzida na massa do solo.

O repique está associado à "nega" e corresponde à parcela elástica da penetração dada pelo golpe do martelo. Tanto a nega quanto o repique são obtidos através do registro gráfico, em folha de papel fixada sobre a face da estaca. Durante o golpe do martelo, move-se um lápis apoiado em um referencial fixo.

O controle de nega e repique deve ser realizado em todas as estacas cravadas de fundação e seu registro entregue em laudo técnico determinando a capacidade de carga obtida em campo.

Em cada estaqueamento a contratada deve elaborar o diagrama de cravação em 100% das estacas, segundo as exigências da norma NBR 6122.

Em estacas de cortinas de contenção não é necessário o controle de cravação,pois seu comprimento é definido pela a ficha (trecho engastado no solo) especificada em projeto.

083301 Verificação da Integridade de estacas - Ensaio de PIT.

O ensaio de integridade de estacas, usualmente conhecido como PIT (Pile Integrity Test) é uma técnica não destrutiva que permite avaliar a qualidade de fundações profundas, identificando a presença de eventuais defeitos.

O instrumento é instalado com a fixação de um acelerômetro sobre a cabeça da estaca arrasada e lixada. Com um golpe com martelo manual, gera-se uma onda que percorrerá a estaca. As reflexões dessa onda são monitoradas e armazenadas pelo equipamento de leitura, onde as análises dos dados coletados fornecem as seguintes informações:

_ Confirmação do comprimento executado;
_ Descontinuidades no fuste da estaca e sua localização;
_ Qualidade da concretagem;

O PIT pode ser utilizado para a pesquisa da integridade e comprimento de fundações antigas.

Em estacas moldadas in loco* este ensaio deve ser realizado em todas as estacas da obra, pois a alteração da integridade pode ser causada devido à contaminação do concreto com solo e água, ocorrência de reduções de seção ou mesmo de interrupções dos fustes.

Em estacas pré-moldadas de concreto este ensaio deve ser executado sempre que houver dúvidas quanto a sua execução, causadas por danos durante a cravação como "quebras".

* "Estacas moldadas in loco" refere-se ao conjunto de estacas executadas com qualquer processo de escavação e concretadas no local da obra, sendo elas: Estacas Escavadas com Trado Mecânico ou Manual (com e sem lama bentonítica), Barrete, Hélice Contínua, Ômega, Franki, Strauss, Raiz, Injetadas e Fundações em Tubulões.

Prova de carga em estaca

083302 a 083308 Prova de Carga Estática – PCE.

As estacas a serem submetidas a provas de carga, bem como o plano de execução, serão determinados pela fiscalização. As provas de carga estáticas serão realizadas segundo a NBR 12131 e a interpretação dos resultados deve obedecer a NBR 6122.

A prova de carga estática consiste em aplicar esforços estáticos crescentes à estaca e registrar os deslocamentos correspondentes. Os esforços aplicados podem ser axiais de compressão, tração ou transversais. O tipo mais comum é com carregamento vertical à compressão.

De acordo com a norma, na execução da prova de carga, a estaca é carregada até a ruptura ou, ao menos, até duas vezes o valor previsto para sua carga de trabalho. A critério do projetista o ensaio pode ser realizado com carregamento lento, rápido e misto.
As informações obtidas neste ensaio são:
_ Curva carga x deslocamento;
_ Capacidade de carga da estaca;
_ Recalque associado à carga de trabalho;
_ Parcelas de resistência de ponta e atrito lateral;
_ Coeficiente de segurança do estaqueamento.

Segundo a norma NBR 6122, a prova de carga estática é obrigatória em obras que tiverem número de estacas superior ao valor da coluna 1 da tabela abaixo e/ou, independente do número de estacas da obra, atuarem tensões médias (em termos de valores admissíveis) superiores à coluna 2 da tabela abaixo.

TABELA "A" - Quantidade de Prova de Carga Estática		
Tipo de Estaca	Quantidade de estacas da obra a partir do qual serão obrigatórias provas de carga. (1)	Tensão admissível máxima em MPa (2)
Pré-Moldada	100	7,0
Madeira	100	-
Aço	100	0,5 fyk*
Hélice Contínua e Hélice de Deslocamento (Ômega)	100	5,0
Estacas escavadas com ou sem fluido $\phi \geq$ 70cm	75	5,0
Escavadas sem fluido $\phi <$ 70cm	100	4,0
Raiz	75	15,5
Microestaca	75	15,5
Trado	50	5,0
Franki	100	7,0
Strauss	100	4,0

Fonte: Norma NBR 6122

* fyk = Tensão característica do aço.

Nestes casos deve ser executado em quantidade igual ou superior a 1% da quantidade total de estacas.

No entanto, provas de carga devem ser executadas em qualquer estaqueamento que suscite dúvida quanto a sua qualidade, componentes, confecção e estabilidade, oriundas de condições do terreno não previstas na sondagem. Ainda, quando houver necessidade de utilizar estacas não recomendadas no projeto ou quando a execução não obedecer às técnicas recomendadas.

Constatada a insuficiência de capacidade de uma ou mais estacas, deve ser reestudado o programa de provas de carga de modo a permitir o reexame das cargas admissíveis, desde o processo executivo e até do tipo de fundação.

Caso a insuficiência de capacidade se deva a má execução, devem ser executadas provas de carga em todas as estacas restantes e reforçadas ou substituídas as que não atingiram capacidade de carga prevista. Neste caso os custos da execução das provas de carga ou dos reforços ou substituições correrão por conta da contratada.

083309 a 083315 Prova de Carga Dinâmica – PDA.

As estacas a serem submetidas a Provas de Carga Dinâmica e seu plano de execução serão determinados pela fiscalização. Os ensaios de carregamento dinâmico devem ser realizados segundo a NBR 13208. A interpretação dos resultados deve obedecer a NBR 6122.

O ensaio conhecido como Prova de Carga Dinâmica (PDA) é uma técnica com o objetivo de conhecer a capacidade de carga de fundações, onde a estaca é submetida a golpes de um martelo. As ondas resultantes do impacto se propagam ao longo da mesma e, em estacas de concreto, viajando a velocidades da ordem de 3500 m/s.

A medida que as ondas percorrem a estaca, sua intensidade gradualmente se modifica, pois é necessário consumir a energia do impacto para que a estaca supere a resistência do solo de atrito lateral e de ponta para resultar na penetração no terreno.

A instrumentação instalada mede a intensidade das ondas de impacto do martelo e as alterações que as mesmas sofrem devido à resistência do solo. Os sinais são monitorados e armazenados através do equipamento denominado PDA - Pile Driving Analyzer.

Os resultados dos métodos simplificados (case) devem ser aferidos por métodos numéricos baseados na equação da onda (cap-wap) em pelo menos uma estaca ou aferidos por um prova de carga estática.

De acordo com a norma NBR 6122 e a Tabela “A” da PCE, a quantidade de ensaios dinâmicos é determinada pela proporção de cinco provas de carga dinâmica para cada prova de carga estática indicado pela mesma Tabela “A”.

0834 CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

O transporte dos corpos de prova e os ensaios a serem realizados para o controle tecnológico do concreto são de responsabilidade da contratada.

A contratada deve reservar, próxima da zona de dosagem e mistura, uma área coberta, sem vibrações, e fornecer os equipamentos, pessoal auxiliar e todos os meios necessários para a realização pela empresa responsável pelo controle tecnológico, dos ensaios do concreto e dos seus componentes.

Estudos de dosagem de concreto devem estar previstos na contratação do concreto usinado.

Para obras hidráulicas (reservatórios, ETAs, ETEs, etc.) executadas em concreto convencional produzidos na obra, deve ser prevista a dosagem de concreto.

083401 Dosagem

A dosagem de Concreto define os quantitativos, em peso e volume, dos materiais constituintes do concreto. Os quantitativos são determinados em função de valores especificados em projeto, requisitos de durabilidade exigidos pela Sanepar, características que levam em conta o tipo de controle adotado na obra, os equipamentos disponíveis, as dimensões das peças, o espaçamento entre ferragens, o tipo de lançamento, descimbramento, etc.

A empresa de tecnologia do concreto, designada pela contratada, deve desenvolver o estudo de dosagem devendo ser apresentado à fiscalização o traço final para execução do concreto.

083402 Controle de resistência do concreto

Devem ser considerados tanto para concreto usinado quanto convencional aplicados em obras hidráulicas e obras com estrutura de grande porte.

Para o ensaio de compressão, considerar 6 (seis) unidades de corpos de prova por caminhão betoneira (6m³), sendo 2 (dois) corpos de prova para cada idade de rompimento (3, 7 e 28 dias).

RELAÇÃO DE DOCUMENTOS PADRONIZADOS

Portaria nº 73 de 02/05/50, do Ministério do Trabalho.
NBR 5716 - Componentes de Cerâmica, de Concreto ou de outro Material utilizado em Lajes Mistas na Construção Coordenada Modularmente.
NBR 5732 - Cimento Portland Comum.
NBR 5733 - Cimento Portland de Alta Resistência Inicial.
NBR 5736 - Cimento Portland pozolânico
NBR 5738 – Concreto – Procedimento para montagem e cura de corpos-de-prova.
NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento
NBR 6120 - Cargas para o Cálculo de estruturas de Edificações.
NBR 6122 - Projeto e Execução de Fundações.
NBR 6489 - Prova de Carga Direta sobre Terreno de Fundação.
NBR 7211 - Agregado para Concreto – Especificação.
NBR 7212 - Execução de Concreto Dosado em Central.
NBR 7215 - Cimento Portland - Determinação da Resistência à Compressão.

NBR NM 26 - Agregados - Amostragem
NBR 7218 - Agregados — Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis
NBR 7221 - Agregados - Ensaio de qualidade de agregado miúdo
NBR 7480 - Barras e Fios de Aço destinados a Armaduras para Concreto Armado.
NBR 7481 - Tela de Aço Soldada - Armadura para Concreto.
NBR 7482 - Fios de Aço para Concreto Protendido.
NBR 7483 - Cordoalhas de Aço para Concreto Protendido – Requisitos.
NBR 7680 - Extração, Preparo, Ensaio e Análise de Testemunhos de Estruturas de Concreto.
NBR 7681 - Calda de cimento para injeção.
NBR 8082 - Espuma rígida de poliuretano para fins de isolação térmica
NBR 8548 - Barras de Aço destinadas a Armaduras para Concreto Armado com Emenda Mecânica ou por Solda – Determinação da Resistência à Tração
NBR 8681 - Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento.
NBR 8953 - Concreto para Fins Estruturais - Classificação por Grupos de resistência.
NBR 8965 - Barras de Aço CA 42 S com Características de Soldabilidade destinadas à Armaduras para Concreto Armado.
NBR 9531 - Chapas de Madeira Compensada.
NBR 9532 - Chapas de Madeira Compensada.
NBR 9574 - Execução de impermeabilização
NBR 9602 – Telha cerâmica de capa e canal – Determinação da carga de ruptura à flexão.
NBR 9607 - Prova de Carga em Estruturas de Concreto Armado e Protendido.
NBR 9608 - Aços para Construção - Série Padronizada.
NBR 9935 - Agregados – Terminologia.
NBR 9952 - Manta asfáltica para impermeabilização
NBR 11768 - Aditivos para Concreto de Cimento Portland.
NBR 12131 - Estacas - Prova de Carga Estática.
NBR 12170 - Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização
NBR 12654 - Controle Tecnológico de Materiais Componentes do Concreto.
NBR 12655 - Concreto - Preparo, Controle e Recebimento.
NBR 12094 - Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico - Determinação da condutividade térmica
NBR 13208 - Estacas – Ensaios de Carregamento Dinâmico.
NBR 14931 - Execução de Estruturas de Concreto – Procedimento.
NBR 15487 - Membrana de poliuretano para impermeabilização

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
0801	ESTACA MOLDADA “IN LOCO”		
080101	Perfuração manual Ø 15 cm	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para perfuração do solo. Não inclui concreto nem armadura.	080101 a 080119 - Extensão, em m, definida pela profundidade da estaca executada, até a cota de arrasamento.
080102	Perfuração manual Ø 20 cm		
080103	Perfuração manual Ø 25 cm		
080104	Perfuração mec. rotativa Ø 20 cm	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para perfuração do solo; instalação, operação e manutenção do equipamento, bem como a sua mobilização e desmobilização. Não inclui concreto nem armadura.	
080105	Perfuração mec. rotativa Ø 25 cm		
080106	Perfuração mec. rotativa Ø 30 cm		
080107	Perfuração mec. rotativa Ø 40 cm		
080108	Perfuração mec. rotativa Ø 50 cm		
080109	Perfuração mec. rotativa Ø 60 cm		
080110	Perfuração mec. rotativa Ø 70 cm		
080111	Perfuração mec. rotativa Ø 80 cm		
080112	Perfuração mec. rotativa Ø 90 cm		
080113	Perf. mec. rotativa com lama bentonítica Ø 50 cm	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para perfuração do solo; instalação, operação e manutenção do equipamento, bem como a sua mobilização e desmobilização; inclui o fornecimento e a aplicação da lama bentonítica. Não inclui concreto nem armadura.	
080114	Perf. mec. rotativa com lama bentonítica Ø 60 cm		
080115	Perf. mec. rotativa com lama bentonítica Ø 70 cm		
080116	Perf. mec. rotativa com lama bentonítica Ø 80 cm		
080117	Perf. mec. rotativa com lama bentonítica Ø 90 cm		
080118	Perf. mec. “Strauss” com camisa não recuperada Ø 25 cm	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para perfuração do solo; instalação, operação e manutenção do equipamento, bem como a sua mobilização e desmobilização. Não inclui concreto nem armadura.	
080119	Perf. mec. “Strauss” com camisa não recuperada Ø 32 cm		
080120	Perf. mec. “Strauss” com camisa não recuperada		080120 a 080141 - Extensão, em m,

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
	Ø 38 cm		definida pela profundidade da estaca executada, até a cota de arrasamento.
080121	Perf. mec. "Strauss" com camisa não recuperada Ø 42 cm		
080122	Perf. mec. "Strauss" com camisa não recuperada Ø 46 cm		
080123	Perf. mec. "Strauss" com camisa não recuperada Ø 50 cm		
080124	Perf. mec. "Strauss" com camisa recuperada Ø 25 cm		
080125	Perf. mec. "Strauss" com camisa recuperada Ø 32 cm		
080126	Perf. mec. "Strauss" com camisa recuperada Ø 38 cm		
080127	Perf. mec. "Strauss" com camisa recuperada Ø 42 cm		
080128	Perf. mec. "Strauss" com camisa recuperada Ø 46 cm		
080129	Perf. mec. "Strauss" com camisa recuperada Ø 50 cm		
080130	Perf. mec. "Franki" com camisa não recuperada Ø 30 cm	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para perfuração do solo; instalação, operação e manutenção do. equipamento, bem como a sua mobilização e desmobilização Não inclui concreto nem armadura.	
080131	Perf. mec. "Franki" com camisa não recuperada Ø 35 cm		
080132	Perf. mec. "Franki" com camisa não recuperada Ø 40 cm		
080133	Perf. mec. "Franki" com camisa não recuperada Ø 45 cm		
080134	Perf. mec. "Franki" com camisa não recuperada Ø 52 cm		

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
080135	Perf. mec. "Franki" com camisa não recuperada Ø 60 cm		
080136	Perf. mec. "Franki" com camisa recuperada Ø 30 cm		
080137	Perf. mec. "Franki" com camisa recuperada Ø 35 cm		
080138	Perf. mec. "Franki" com camisa recuperada Ø 40 cm		
080139	Perf. mec. "Franki" com camisa recuperada Ø 45 cm		
080140	Perf. mec. "Franki" com camisa recuperada Ø 52 cm		
080141	Perf. mec. "Franki" com camisa recuperada Ø 60 cm		
080142	Escavada, injetada (Microestaca, Estaca-raiz) Ø 10 cm	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para perfuração do solo .. Inclui a instalação, operação, manutenção, mobilização e desmobilização dos equipamentos tanto de cravação quanto os de injeção. Não inclui a armadura e nem a nata de cimento.	080142 a 080148 - Extensão, em m, definida pela profundidade da estaca executada, até a cota de arrasamento.
080143	Escavada, injetada (Microestaca, Estaca-raiz) Ø 12 cm		
080144	Escavada, injetada (Microestaca, Estaca-raiz) Ø 15 cm		
080145	Escavada, injetada (Microestaca, Estaca-raiz) Ø 20 cm		
080146	Escavada, injetada (Microestaca, Estaca-raiz) Ø 25 cm		
080147	Escavada, injetada (Microestaca, Estaca-raiz) Ø 31 cm		
080148	Escavada, injetada (Microestaca, Estaca-raiz) Ø 41 cm		
080149	Estaca Hélice contínua Ø 35 cm	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para	080149 a 080158 - Extensão, em m,

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
080150	Estaca Hélice contínua Ø 40 cm	perfuração do solo e injeção do concreto. Inclui a instalação,	definida pela profundidade da estaca
080151	Estaca Hélice contínua Ø 50 cm	operação, manutenção, mobilização e desmobilização dos	executada, até a cota de arrasamento
080152	Estaca Hélice contínua Ø 60 cm	equipamentos tanto de cravação quanto os de injeção. Não	
080153	Estaca Hélice contínua Ø 70 cm	inclui concreto nem armadura.	
080154	Estaca Hélice contínua Ø 80 cm		
080155	Estaca Hélice contínua Ø 90cm		
080156	Estaca Hélice contínua Ø 100cm		
080157	Estaca Hélice contínua Ø 110cm		
080158	Estaca Hélice contínua Ø 120cm		
080159	Estaca Omega Ø 27 cm	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para	080159 a 080166 - Extensão, em m,
080160	Estaca Omega Ø 32 cm	perfuração do solo e injeção do concreto. Inclui a instalação,	definida pela profundidade da estaca
080161	Estaca Omega Ø 37 cm	operação, manutenção, mobilização e desmobilização dos	executada, até a cota de arrasamento
080162	Estaca Omega Ø 42 cm	equipamentos tanto de cravação quanto os de injeção. Não	
080163	Estaca Omega Ø 47 cm	inclui concreto nem armadura.	
080164	Estaca Omega Ø 52 cm		
080165	Estaca Omega Ø 57 cm		
080166	Estaca Omega Ø 62 cm		
0802	TUBULÃO A CÉU ABERTO		0802-Volume, em m³, da escavação do tubulão executado.
080201	Sem camisa	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos	
080202	Com camisa de concreto perdida	necessários à execução do tubulão, inclusive escavação e	
080203	Com camisa metálica perdida	alargamento da base do fuste. Não está incluso o custo do	
080204	Com camisa metálica recuperada	concreto, armadura e tubulação recuperada ou perdida.	
0803	TUBULÃO A AR COMPRIMIDO		0803-Volume, em m³, da escavação do tubulão executado.
080301	Com camisa metálica perdida	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos	

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
080302	Com camisa metálica recuperada	necessários à execução do tubulão, inclusive escavação e alargamento da base do fuste. Inclui também instalação, operação, manutenção, mobilização e desmobilização do equipamento de ar comprimido. Não está incluso o custo do concreto, armadura e tubulação recuperada ou perdida..	
0804	ESTACA PRÉ-FABRICADA DE CONCRETO	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para cravação das estacas, inclusive o fornecimento das mesmas. Inclui o transporte até o local de aplicação, instalação, operação, mobilização e desmobilização dos equipamentos, bem como o.controle de cravação através da nega, repique e diagrama de cravação.	0804 - Extensão, em m, definida pela profundidade da estaca cravada, até a cota de arrasamento.
080401	Concreto armado 15x15 cm		
080402	Concreto armado 18x18 cm		
080403	Concreto armado 20x20 cm		
080404	Concreto armado 23x23 cm		
080405	Concreto armado 25x25 cm		
080406	Concreto armado 28x28 cm		
080407	Concreto armado 30x30 cm		
080408	Concreto armado 40x40 cm		
080409	Concreto armado 50x50 cm		
080410	Concreto protendido 16 x 16 cm		
080411	Concreto protendido 18 x 18 cm		
080412	Concreto protendido 20 x 20 cm		
080413	Concreto protendido 23 x 23 cm		
080414	Concreto protendido 26 x 26 cm		
080415	Concreto protendido 30 x 30 cm		
0805	ESTACA METÁLICA	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para cravação das estacas, inclusive o fornecimento das mesmas. Inclui o transporte até o local de aplicação, instalação, operação, mobilização e desmobilização dos equipamentos.	0805 - Extensão, em m, definida pela profundidade da estaca cravada, até a cota de arrasamento.
080501	Com trilhos TR-32 simples (30 tf)		
080502	Com trilhos TR-32 duplo (60 tf)		
080503	Com trilhos TR-37 simples (40 tf)		
080504	Com trilhos TR-37 duplo (80 tf)		
080505	Com trilhos TR-45 simples (50 tf)		

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
080506	Com trilhos TR-45 duplo (100 tf)		
080507	Com trilhos TR-68 simples		
080508	Com trilhos TR-68 duplo		
0806	EMENDA DE ESTACA		0806 - Por unidade, ud, executada.
080601	De concreto armado	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para execução da emenda, inclusive luvas ou outro dispositivo necessário.	
080602	Metálica simples	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para execução da solda.	
080603	Metálica dupla		
0807	CORTE E ARRASAMENTO DE ESTACA	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos necessários à execução do corte, arrasamento e coroamento das estacas.	0807 - Por unidade, ud, executada.
080701	De concreto armado		
080702	Metálica simples		
080703	Metálica dupla		
0808	FÔRMA PARA LAJE	Fornecimento de materiais e mão de obra para execução das fôrmas, inclusive montagem, nivelamento, aplicação de desmoldante e desmontagem. Nos preços já está considerado o reaproveitamento. O cimbramento deve ser pago em separado.	0808 - Área, em m², de fôrma em contato com o concreto.
080801	Chapa resinada e= 12 mm		
080802	Chapa resinada e= 14 mm		
080803	Chapa resinada e= 18 mm		
080804	Chapa plastificada e= 12 mm		
080805	Chapa plastificada e= 14 mm		
080806	Chapa plastificada e= 18 mm		
0809	FÔRMA PARA VIGA, PILAR E PAREDE	Fornecimento de mão de obra e materiais para execução das fôrmas, inclusive montagem, escoramento, nivelamento, aplicação de desmoldante e desmontagem. Nos preços já está considerado o reaproveitamento.	0809 - Área, em m², de fôrma em contato com o concreto.
080901	Plana em madeira não aparelhada		
080902	Curva em madeira não aparelhada		
080903	Plana em madeira aparelhada		
080904	Curva em madeira aparelhada		

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
080905	Plana em chapa resinada e= 10 mm		
080906	Plana em chapa resinada e= 12 mm		
080907	Plana em chapa resinada e= 14 mm		
080908	Plana em chapa resinada e= 18 mm		
080909	Plana em chapa resinada e= 21 mm		
080910	Curva em chapa resinada e= 10 mm		
080911	Curva em chapa resinada e= 12 mm		
080912	Curva em chapa resinada e= 14 mm		
080913	Plana em chapa plastificada e= 10 mm		
080914	Plana em chapa plastificada e= 12 mm		
080915	Plana em chapa plastificada e= 14 mm		
080916	Plana em chapa plastificada e= 18 mm		
080917	Plana em chapa plastificada e= 21 mm		
080918	Curva em chapa plastificada e= 10 mm		
080919	Curva em chapa plastificada e= 12 mm		
080920	Curva em chapa plastificada e= 14 mm		
0810	FÔRMA PARA FUNDAÇÃO E BALDRAME	Fornecimento de mão de obra e materiais para execução das fôrmas, inclusive montagem, escoramento, nivelamento, aplicação de desmoldante e desmontagem. Nos preços já está considerado o reaproveitamento.	0810- Área, em m², de fôrma em contato com o concreto.
081001	Plana em madeira não aparelhada		
081002	Curva em madeira não aparelhada		
081003	Plana em chapa resinada e= 10 mm		
081004	Plana em chapa resinada e= 12 mm		
081005	Plana em chapa resinada e= 14 mm		
081006	Plana em chapa resinada e= 18 mm		
081007	Plana em chapa resinada e= 21 mm		
081008	Curva em chapa resinada e= 10 mm		
081009	Curva em chapa resinada e= 12 mm		
081010	Curva em chapa resinada e= 14 mm		
081011	Curva em chapa resinada e= 18 mm		

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
0811	FÔRMA PERDIDA	Fornecimento de materiais e mão de obra para execução das fôrmas, inclusive montagem, escoramento e nivelamento.	0811 - Área, em m², de fôrma em contato com o concreto.
081101	Plana em madeira		
081102	Plana em chapa resinada e= 10 mm		
081103	Plana em chapa resinada e= 12 mm		
081104	Plana em chapa resinada e= 14 mm		
081105	Plana em chapa resinada e= 18 mm		
081106	Plana em chapa resinada e= 21 mm		
0812	FÔRMA DESLIZANTE	Fornecimento de mão de obra e materiais para execução das fôrmas, inclusive montagem, escoramento, nivelamento, aplicação de desmoldante e desmontagem bem como a mobilização e desmobilização dos equipamentos. Nos preços já está considerado o reaproveitamento.	0812 - Área , em m², de fôrma em contato com o concreto.
081201	Metálica com chapa resinada		
081202	Metálica		
0813	FÔRMA TREPANTE	Fornecimento de mão de obra e materiais para execução das fôrmas, inclusive montagem, escoramento, nivelamento, aplicação de desmoldante e desmontagem, bem como a mobilização e desmobilização dos equipamentos. Nos preços já está considerado o reaproveitamento.	0813 - Área , em m², de fôrma em contato com o concreto.
081301	De chapa resinada		
081302	Metálica com chapa resinada		
081303	Metálica		
0814	FÔRMA PARA PEÇAS PRÉ-MOLDADAS	Fornecimento de mão de obra e materiais para execução das fôrmas, inclusive moldagem e desmoldagem das peças. Nos preços já está considerado o reaproveitamento.	0814 - Área, em m², de fôrma em contato com o concreto.
081401	Em madeira		
081402	Em chapa resinada e=12 mm		
081403	Metálica		
0815	FÔRMA INDUSTRIALIZADA	Fornecimento de mão de obra e materiais para montagem das fôrmas, inclusive aplicação de desmoldante e desmontagem	0815 - Área, em m², de fôrma em contato com o concreto.
081501	Fôrma industrializada		

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
0816 081601	PASSARELA DE SERVIÇO Passarela de serviço em madeira	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para a execução da passarela de trabalho, inclusive pranchas, sua fixação, sustentação e posterior desmontagem.	0816 - Extensão, em m, de comprimento da passarela executada.
0817 081701	RAMPA DE ACESSO Rampa de acesso em madeira	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para a execução da rampa de acesso às passarelas de trabalho, inclusive sua estrutura e posterior desmontagem	0817 - Volume, em m³, de rampa executada, considerando a sua extensão projetada e a altura média entre 2 patamares horizontais consecutivos.
0818 081801 081802	CIMBRAMENTO De madeira Metálico	Fornecimento de mão de obra para montagem e desmontagem, materiais e equipamentos necessários à execução do cimbramento, inclusive regularização do terreno.	0818 - Volume, em m³, executado, considerando-se a área de projeção da laje e a altura do cimbramento.
0819 081901 081902	ARMADURA Em aço CA-50 Em aço CA-60	Fornecimento de materiais e mão de obra para corte, dobragem, montagem nas fôrmas, amarração, posicionamento e limpeza, incluindo perdas, arames para amarração e outros elementos necessários à fixação e manutenção de espaçamentos.	0819 - Peso, em kg, utilizado.
0820 082001 082002 082003 082004 082005 082006	COBRIMENTO DE ARMADURA Pastilhas de concreto e=2,5 cm Pastilhas de concreto e=3,0 cm Pastilhas de concreto e=3,5 cm Pastilhas de concreto e=4,0 cm Pastilhas de concreto e=4,5 cm Pastilhas de concreto e=5,0 cm	Fornecimento de material e mão de obra para montagem ou amarração.	0820 - Por unidade, ud.
0821	CONCRETO CONVENCIONAL	Fornecimento de materiais, equipamentos e mão de obra para	0821 - Volume, em m³, definido

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
082101	Não estrutural	mistura, transporte, lançamento nas fôrmas, adensamento, desempeno e correção de fissuras de retração, falhas de concretagem e cobrimento insuficiente.	pelas dimensões das peças executadas.
082102	fck = 15,0 MPa		
082103	fck = 20,0 MPa		
082104	fck = 25,0 Mpa		
082105	fck = 30,0 MPa		
082106	fck = 35,0 Mpa		
082107	fck = 40,0 MPa		
082108	Ciclópico com 30% de pedra-de-mão		
0822	CONCRETO USINADO	Fornecimento de materiais, equipamentos e mão de obra para dosagem, mistura, transporte, lançamento nas fôrmas, adensamento, desempeno e correção de fissuras de retração, falhas de concretagem e cobrimento insuficiente. NOTA: Quando ocorrer bombeamento do concreto, este serviço deve ser remunerado através do item 082301.	0822 - Volume, em m³, definido pelas dimensões das peças executadas.
082201	fck = 15,0 MPa - slump 5		
082202	fck = 15,0 MPa - slump 8		
082203	fck = 20,0 MPa - slump 5		
082204	fck = 20,0 MPa - slump 8		
082205	fck = 20,0 MPa - slump 12		
082206	fck = 20,0 MPa - autoadensável		
082207	fck = 25,0 MPa - slump 5		
082208	fck = 25,0 MPa - slump 8		
082209	fck = 25,0 MPa - slump 12		
082210	fck = 25,0 MPa - autoadensável		
082211	fck = 30,0 MPa - slump 5		
082212	fck = 30,0 MPa - slump 8		
082213	fck = 30,0 MPa - slump 12		
082214	fck = 30,0 MPa - autoadensável		
082215	fck = 35,0 MPa - slump 5		
082216	fck = 35,0 MPa - slump 8		
082217	fck = 35,0 MPa - slump 12		
082218	fck = 35,0 MPa - autoadensável		
082219	fck = 40,0 MPa - slump 5		

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
082220	fck = 40,0 MPa - slump 8		
082221	fck = 40,0 MPa - slump 12		
082222	fck = 40,0 MPa - autoadensável		
0823	BOMBEAMENTO DE CONCRETO	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para bombeamento do concreto, inclusive mobilização e desmobilização.	0823- Volume, em m³, definido pelas dimensões das peças executadas.
082301	Bombeamento de concreto usinado		
0824	ARGAMASSA / NATA DE CIMENTO PARA ESTACA RAIZ / INJETADA	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para injeção de nata de cimento , inclusive o seu fornecimento	0824 - Volume, em m³, efetivamente injetado.
082401	Argamassa de cimento e areia para estaca Raiz		
082402	Nata de cimento para estaca Injetada		
0825	ADITIVO	Fornecimento de mão de obra, aditivos e equipamentos de dosagem e aplicação.	0825 - Peso, em kg, de aditivo empregado.
082501	Plastificante		
082502	Retardador de tempo de pega		
082503	Acelerador de tempo de pega		
082504	Plastificante e retardador (PR)		
082505	Plastificante e acelerador (PA)		
082506	Incorporador de ar (IAR)		
082507	Superplastificante (SP)		
082508	Expansor		
082509	Impermeabilizante e hidrofugante		
082510	Redutor de retração		
0826	JUNTA DE DILATAÇÃO	Fornecimento e aplicação da junta de dilatação.	0826 - Extensão, em m, definida pelo comprimento executado.
082601	Junta de dilatação com isopor		
082602	Junta de dilatação com mastique asfáltico		

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
0827	CURA DO CONCRETO	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para a cura do concreto.	
082701	Lâmina de água		082701– Área, em m^2, da superfície de concreto.
082702	Gotejamento contínuo		082702 - Extensão, em m, definida pelo comprimento executado.
082703	Cura química		082703– Área, em m^2, da superfície de concreto.
0828	GRAUTEAMENTO	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para preparo do local e execução do grauteamento.	0828 - Volume, em m³, efetivamente executado.
082801	Argamassa de grauteamento		
082802	Argamassa de grauteamento com pedrisco		
0829	CONCRETO PROTENDIDO	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para colocação das bainhas, cabos de protensão, ancoragens, preparo, injeção de nata de cimento e protensão de acordo com as determinações do projeto estrutural. Não está incluso o fornecimento do concreto e da armadura convencional.	0829 - Peso, em kg, dos cabos aplicados.
082901	Protensão		
0830	PROTEÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para preparo do local e execução da impermeabilização.	
083001	Impermeabilização flexível com poliuretano ou poliuréia		083001 a 083006 – Área em m2, efetivamente executada.
083002	Impermeabilização flexível com poliuretano		
083003	Impermeabilização flexível com poliuréia		
083004	Impermeabilização com manta asfáltica		
083005	Filme de polietileno		
083006	Impermeabilização com manta autoadesiva em PEAD		
083007	Sombreamento – placas de concreto apoiadas em pilaretes	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para confecção e colocação das placas e pilaretes de concreto.	083007- Área em m2, efetivamente executada.

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
083008	Sombreamento – placas de concreto apoiadas em EPS	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para confecção e colocação das placas de concreto e de EPS.	083008- Área em m2, efetivamente executada.
083009	Geomanta tridimensional esp. 10 mm	Fornecimento de mão de obra e materiais para assentamento da manta, inclusive seu fornecimento.	083009 – Área em m2, efetivamente executada.
0831	LAJE PRÉ-FABRICADA	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para execução da laje, incluindo o fornecimento das viguetas, tijolos, capeamento (concreto não estrutural e= 4,00 cm) e escoramento necessário.	0831 - Área, em m², da laje executada.
083101	Para forro, vão até 4,00 metros		
083102	Para forro, vão entre 4.01 e 5,50 metros		
083103	Para piso, vão até 4,00 metros		
083104	Para piso, vão entre 4,01 e 5,50 metros		
0832	RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO		
083201	Reparos superficiais com argamassa polimérica (prof. até 1,0 cm)	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para execução dos reparos, incluindo preparo, limpeza, aplicação de argamassa / concreto projetado / graute e cura.	083201 a 083205 - Área em m2, de reparo executado.
083202	Reparos rasos com argamassa polimérica (prof. até 3,0 cm)		
083203	Reparos semi-profundos com argamassa polimérica (prof. até 5,0 cm)		
083204	Reparos semi-profundos com concreto projetado (prof. até 5,0 cm)		
083205	Reparos profundos com graute (prof. até 30,0 cm)		
083206	Reposição ou reforço de armaduras - Emendas por traspasse	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para execução do reforço, incluindo o fornecimento do aço.	083206 e 083207 - Peso, em kg, de aço utilizado.
083207	Reposição ou reforço de armaduras - Emendas por solda		
083208	Injeção de gel de poliuretano	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para execução da injeção.	083208 e 083209 – Extensão em metro, m, de fissura tratada.
083209	Injeção de espuma e gel de poliuretano		

ITEM	SERVIÇO	ESTRUTURA	CRITÉRIO DE MEDIÇÃO
083210	Mobilização e desmobilização para serviços de recuperação estrutural	Fornecimento de veículo para transporte da equipe e equipamentos necessários para execução dos serviços de recuperação estrutural. Inclui o tempo produtivo e improdutivo do veículo (depreciação, juros, manutenção, combustível e operação) e o tempo improdutivo dos empregados.	083210 – Por unidade, ud, de mobilização e desmobilização realizada.
0833	CONTROLE TECNOLÓGICO DE ESTACAS		
083301	Verificação de integridade de estaca - PIT	Fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos para execução das provas de carga, inclusive instalação e operação dos equipamentos e fornecimento de relatórios e dados necessários a interpretação dos resultados. A mobilização e desmobilização, bem como a estadia dos funcionários, estão inclusos no preço.	083301 a 083315 - Por unidade, ud, de prova de carga executada.
083302	Prova de carga estática em estaca até 20 tf		
083303	Prova de carga estática em estaca de 21 até 30 tf		
083304	Prova de carga estática em estaca de 31 até 40 tf		
083305	Prova de carga estática em estaca de 41 até 50 tf		
083306	Prova de carga estática em estaca de 51 até 60 tf		
083307	Prova de carga estática em estaca de 61 até 100 tf		
083308	Prova de carga estática em estaca acima de 100 tf		
083309	Prova de carga dinâmica em estaca até 20 tf		
083310	Prova de carga dinâmica em estaca de 21 até 30 tf		
083311	Prova de carga dinâmica em estaca de 31 até 40 tf		
083312	Prova de carga dinâmica em estaca de 41 até 50 tf		
083313	Prova de carga dinâmica em estaca de 51 até 60 tf		
083314	Prova de carga dinâmica em estaca de 61 até 100 tf		
083315	Prova de carga dinâmica em estaca acima de 100 tf		
0834	CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO		
083401	Dosagem	Estudos dos agregados e determinação do traço do concreto.	083401 – Por unidade de traço
083402	Controle de resistência do concreto	Coleta e preparo dos corpos de prova, cura, armazenamento e transporte para o laboratório, ensaios e laudos.	083402 – Por ud de corpo de prova.